ICS 29.120.50
K 31



中华人民共和国国家标准

GB 10963.1—2005/IEC 60898-1:2002
代替 GB 10963—1999

电气附件　家用及类似场所用过电流保护断路器　第1部分:用于交流的断路器

Electrical accessories—Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installation—Part 1:Circuit-breakers for a.c. operation

(IEC 60898-1:2002,IDT)

2005-07-29 发布　　2006-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　次

前言 …… Ⅶ
1　适用范围和目的 …… 1
2　规范性引用文件 …… 2
3　定义 …… 2
3.1　电器 …… 2
3.2　一般术语 …… 3
3.3　结构部件 …… 4
3.4　操作条件 …… 6
3.5　特性量 …… 7
3.6　关于绝缘配合的定义 …… 10
4　分类 …… 11
4.1　根据极数分 …… 11
4.2　根据对外部影响的防护分 …… 11
4.3　根据安装方式分 …… 11
4.4　根据接线方式分 …… 11
4.5　根据瞬时脱扣电流分(见 3.5.17) …… 12
4.6　根据 I^2t 特性分 …… 12
5　断路器特性 …… 12
5.1　特性概述 …… 12
5.2　额定量 …… 12
5.3　标准值和优选值 …… 13
6　标志和其他产品资料 …… 14
7　使用的标准工作条件 …… 15
7.1　周围空气温度范围 …… 15
7.2　海拔高度 …… 16
7.3　大气条件 …… 16
7.4　安装条件 …… 16
7.5　污染等级 …… 16
8　结构和动作要求 …… 16
8.1　机械设计 …… 16
8.2　电击保护 …… 21
8.3　介电性能和隔离能力 …… 21
8.4　温升 …… 22
8.5　不间断工作制 …… 22
8.6　自动动作 …… 22
8.7　机械和电气寿命 …… 24
8.8　短路电流下的性能 …… 24
8.9　耐机械冲击和撞击 …… 24

8.10 耐热性 …… 24
8.11 耐异常发热及耐燃性 …… 24
8.12 防锈 …… 24
9 试验…… 24
9.1 型式试验和试验程序…… 24
9.2 试验条件…… 25
9.3 标志的耐久性试验…… 26
9.4 螺钉、载流部件和连接的可靠性试验 …… 26
9.5 连接外部铜导线的螺纹型接线端子的可靠性试验…… 27
9.6 电击保护试验…… 28
9.7 介电性能和隔离能力试验…… 28
9.8 温升试验及功耗测量…… 31
9.9 28天试验 …… 32
9.10 脱扣特性试验 …… 32
9.11 机械和电气寿命试验 …… 33
9.12 短路试验 …… 34
9.13 机械应力 …… 41
9.14 耐热试验 …… 43
9.15 耐异常发热和耐燃(灼热丝试验) …… 44
9.16 防锈试验 …… 44
附录A(资料性附录) 确定短路功率因数的方法 …… 55
附录B(规范性附录) 确定电气间隙和爬电距离 …… 56
附录C(规范性附录) 一致性验证适用的试验程序和提交的试品数量(ISO/IEC 导则 2:1991 的13.5)…… 58
C.1 试验程序 …… 58
C.2 提交全部试验程序的试品数量和合格判别标准 …… 59
C.3 简化试验程序提交的试品数量 …… 59
附录D(资料性附录) 短路条件下断路器和连接在同一电路中的其他短路保护电器(SCPD)的配合 …… 62
D.1 引言 …… 62
D.2 适用范围和目的 …… 62
D.3 断路器与另一个SCPD配合的一般要求 …… 62
D.4 连接的SCPD的型式和特性 …… 63
D.5 验证选择性 …… 63
D.6 验证后备保护 …… 63
附录E(规范性附录) 安全特低电压辅助电路的特殊要求 …… 68
附录F(资料性附录) 接线端子示例 …… 69
附录G(资料性附录) ISO和AWG铜导线对照 …… 72
附录H(规范性附录) 用于短路试验的装置 …… 73
附录I(规范性附录) 常规试验 …… 75
I.1 脱扣试验…… 75
I.2 验证断开触头之间的电气间隙…… 75
附录J(规范性附录) 具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的断路器的特殊要求 …… 76

J.1 适用范围 …… 76
J.2 规范性引用文件 …… 76
J.3 定义 …… 76
J.4 分类 …… 76
J.5 断路器特性 …… 77
J.6 标志 …… 77
J.7 使用的标准工作条件 …… 77
J.8 结构要求 …… 77
J.9 试验 …… 78
J.10 参考文件 …… 80
附录K(规范性附录) 带扁平快速连接端头的断路器的特殊要求 …… 82
K.1 适用范围 …… 82
K.2 规范性引用文件 …… 82
K.3 定义 …… 82
K.4 分类 …… 82
K.5 断路器特性 …… 82
K.6 标志 …… 82
K.7 使用的标准工作条件 …… 83
K.8 结构要求 …… 83
K.9 试验 …… 83
K.10 参考文件 …… 84
附录L(规范性附录) 具有连接外部未经处理铝导线的螺纹型接线端子和连接铜或铝导线的铝制螺纹型接线端子断路器的特殊要求 …… 88
L.1 适用范围 …… 88
L.2 规范性引用文件 …… 88
L.3 定义 …… 88
L.4 分类 …… 89
L.5 断路器特性 …… 89
L.6 标志 …… 89
L.7 使用的标准工作条件 …… 89
L.8 结构要求 …… 89
L.9 试验 …… 90
参考文献 …… 96

图1 螺纹挤压成形自攻螺钉(3.3.22) …… 45
图2 螺纹切削自攻螺钉(3.3.23) …… 45
图3 单极断路器 …… 45
图4a 带一个保护极的二极断路器 …… 45
图4b 带两个保护极的二极断路器 …… 46
图5 三极断路器(或三个单极断路器) …… 46
图6 四极断路器 …… 46
图7 单极电器在单相交流短路接通或分断试验示波图示例 …… 47
图8 机械冲击试验装置(9.13.1) …… 48

图 9 标准试指(9.6) …… 49
图 10 机械撞击试验装置(9.13.2) …… 50
图 11 机械撞击试验装置的摆动撞击元件(9.13.2) …… 50
图 12 机械撞击试验用安装支架(9.13.2) …… 51
图 13 板后固定的断路器机械撞击试验安装示例(9.13.2) …… 52
图 14 配电板式断路器撞击试验安装示例(9.13.2) …… 53
图 15 轨道安装断路器机械试验施加的力(9.13.2.3) …… 54
图 16 球压试验装置 …… 54
图 17 位置保持只与其插入连接有关的二极插入式断路器,机械试验施加力的示例(9.13.2.4) …… 54

图 B.1 爬电距离推荐应用图示说明(一) …… 56
图 B.2 爬电距离推荐应用图示说明(二) …… 57
图 D.1 断路器与熔断器之间的过电流配合或熔断器后备保护-动作特性 …… 65
图 D.2 两个断路器之间的全选择 …… 66
图 D.3 用断路器后备保护(动作特性) …… 67
图 F.1 柱式接线端子示例 …… 69
图 F.2 螺钉接线端子和螺栓接线端子示例 …… 70
图 F.3 鞍形接线端子示例 …… 71
图 F.4 接线片式接线端子示例 …… 71
图 H.1 试验装置 …… 73
图 H.2 栅格 …… 74
图 H.3 栅格电路 …… 74
图 J.1 试品连接 …… 80
图 J.2 无螺纹型接线端子 …… 81
图 K.1 测量温升的热电偶放置位置示例 …… 84
图 K.2 插入式连接片的尺寸 …… 85
图 K.3 圆形凹痕定位扣的尺寸(见图 K.2) …… 86
图 K.4 矩形凹痕定位扣的尺寸(见图 K.2) …… 86
图 K.5 孔定位扣的尺寸(见图 K.2) …… 86
图 K.6 插套连接器的尺寸 …… 87
图 L.1 试验的总体布置 …… 94
图 L.2 …… 95
图 L.3 …… 95
图 L.4 …… 95
图 L.5 …… 95
图 L.6 …… 95

表 1 额定电压优选值 …… 13
表 2 瞬时脱扣范围 …… 14
表 3 额定冲击耐受电压与装置标称电压的关系 …… 14
表 4 最小电气间隙和爬电距离 …… 18
表 5 螺纹型接线端子可连接的铜导线的截面积 …… 20
表 6 温升值 …… 22

表 7　时间-电流动作特性 …… 23
表 8　型式试验表 …… 25
表 9　与额定电流相应的试验铜导线的截面积(S) …… 25
表 10　螺钉的螺纹直径和施加的扭矩 …… 26
表 11　拉力 …… 27
表 12　导线尺寸 …… 27
表 13　与断路器的额定冲击耐受电压和试验地点的海拔高度有关的验证适用于隔离的断开触头之间的试验电压 …… 30
表 14　验证 9.7.6.1 中未试部分的冲击耐受电压的试验电压 …… 31
表 15　每极最大功耗 …… 32
表 16　短路试验的适用性 …… 34
表 17　试验电路的功率因数范围 …… 36
表 18　运行短路能力(I_{cs})与额定短路能力(I_{cn})之间的比值系数 K …… 39
表 19　单极和二极断路器 I_{cs}的试验程序 …… 39
表 20　三极和四极断路器 I_{cs}的试验程序 …… 40
表 21　额定电压 230/400 V 的单极断路器三相试验时 I_{cs}试验程序 …… 40
表 22　I_{cn}试验程序 …… 40
表 23　额定电压 230/400 V 的单极断路器三相试验时 I_{cn}的试验程序 …… 41

表 C.1　试验程序 …… 58
表 C.2　全部试验程序的试品数量 …… 59
表 C.3　一个系列不同极数的断路器的试品数量的减少 …… 60
表 C.4　具有不同的瞬时脱扣特性的一个系列断路器的试验程序 …… 61
表 J.1　可连接的导线 …… 78
表 J.2　无螺纹型接线端子可连接的铜导线的截面积 …… 78
表 J.3　拉力 …… 79
表 K.1　关于插套连接器的色码与导线截面积关系的信息表 …… 83
表 K.2　过载试验力 …… 84
表 K.3　接线片尺寸 …… 84
表 K.4　插套连接器的尺寸 …… 87
表 L.1　接线端子标志 …… 89
表 L.2　螺纹型接线端子可连接的铝导线截面积 …… 89
表 L.3　根据导线和接线端子材料的试验列表 …… 90
表 L.4　可连接导线及其理论直径 …… 90
表 L.5　与额定电流相应的试验铝导线的截面积(S) …… 91
表 L.6　试验导线长度 …… 92
表 L.7　均衡器和汇流排尺寸 …… 92
表 L.8　与额定电流相应的试验电流 …… 93
表 L.9　确定平均温度偏差 D 的计算示例 …… 94

前　言

本部分的8.1.1、8.1.2、8.1.3、8.2、8.3、8.4、8.5、8.6、8.7、8.8、8.11、9.3、9.6、9.7、9.8、9.9、9.10、9.11、9.12、9.15及附录B、附录C和附录H是强制性的，其余为推荐性的。

随着家用及类似场所用过电流保护断路器应用范围的扩大，在直流电路中使用的家用及类似场所用断路器也日益增多。原来的GB 10963—1999《家用及类似场所用过电流保护断路器》及IEC 60898:1995没有包括直流断路器的技术要求，对家用直流断路器的指标及性能无标准可以考核。为了适应“用于交流和直流的断路器”的发展，国际电工委员会把原来的IEC 60898修订成为两个部分，并在2000年6月首先出版了IEC 60898-2:2000《家用及类似场所用过电流保护断路器　第2部分:用于交流和直流的断路器》，接着在2002年1月将原来的IEC 60898:1995《家用及类似场所用过电流保护断路器》修订为IEC 60898-1(第一版):2002《家用及类似场所用过电流保护断路器　第1部分:用于交流的断路器》。在IEC 60898-1的第一版中，根据家用及类似场所用断路器技术的发展，还增加了部分新的技术内容。根据国际标准的这一变化，我们也对GB 10963《家用及类似场所用过电流保护断路器》进行了修订，并在修订时将原来的GB 10963分为两个部分：

——GB 10963.1《家用及类似场所用过电流保护断路器　第1部分:用于交流的断路器》;

——GB 10963.2《家用及类似场所用过电流保护断路器　第2部分:用于交流和直流的断路器》。

GB 10963.2《家用及类似场所用过电流保护断路器　第2部分:用于交流和直流的断路器》已于2002年制定完毕并上报审批，将由国家质量监督检验检疫总局批准发布。这次修订的是GB 10963.1《家用及类似场所用过电流保护断路器　第1部分:用于交流的断路器》。

本部分为GB 10963的第1部分:用于交流的断路器，对应于IEC 60898-1:2002《电气附件　家用及类似场所用过电流保护断路器　第1部分:用于交流的断路器》(英文版)及2002年5月发布的第一次修改IEC 60898-1 Amendment 1:2002-05(英文版)和2003年5月发布的第二次修改IEC 60898-1 Amendment 2:2003-05(英文版)。本部分与IEC 60898-1:2002的一致程度为等同采用。本部分代替GB 10963—1999《家用及类似场所用过电流保护断路器》。

本部分与GB 10963—1999相比主要差别如下：

——本部分明确提出了本部分适用范围内的断路器预期在污染等级2的环境中使用，电气间隙和爬电距离是按该污染等级及绝缘材料的级别来设计的。对更高污染等级环境使用的断路器，宜采用具有合适防护等级的外壳保护。

——本部分明确规定本部分适用范围内断路器的冲击耐受电压为2.5 kV和4 kV二个等级，并按要求对断路器进行冲击耐受电压试验。对更严酷的过电压条件，宜采用符合其他标准的断路器(例如GB 14048.2)。

——在适用范围中进一步明确了本部分的断路器适用于隔离，并要求标志适用于隔离的符号。相应地在性能要求中，对断开触头之间最小的电气间隙及爬电距离由3 mm提高到4 mm(额定电压400 V时)，并增加了验证隔离功能的有关试验，如验证断开触头之间的冲击耐受电压及测量泄漏电流等。

——本部分对断路器的额定电压按不同的配电系统来规定，使额定电压的规定更明确和合理。

——本部分对D型瞬时脱扣电流的范围作了修改，上限值由$50I_n$修改为$20I_n$。对所有型式脱扣器的瞬时脱扣动作试验方法作了修改，规定试验电流的下限值，可在任何合适电压下进行一次试验，但对试验电流的上限值，要求在额定电压U_n(相线对中性线)下进行试验，功率因数在0.95和1之间，操作程序为:O-t-CO-t-CO-t-CO。

——本部分补充规定了螺旋式断路器和插入式断路器的机械应力及机械强度的试验方法。

——本部分的附录D修改为《短路条件下断路器和连接在同一电路中的其他短路保护电器(SCPD)的配合》,SCPD不仅仅局限于原来规定的熔断器,SCPD可以是熔断器,也可以是断路器(包括限流型和非限流型),并给出了有关配合的详细资料,指导用户在断路器与SCPD配合时,更好地达到选择性保护和后备保护的要求。

——本部分增加了附录I《常规试验》。

——本部分增加了附录J《具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的断路器的特殊要求》。

——本部分增加了附录K《带扁平快速连接端头的断路器的特殊要求》。

——本部分增加了附录L《具有连接外部未经处理铝导线的螺纹型接线端子和连接铜或铝导线的铝制螺纹型接线端子断路器的特殊要求》。

——本部分对相应的条款序号、表的序号等作了调整。

本部分的附录B、附录C、附录E、附录H、附录I、附录J、附录K和附录L为规范性附录。

本部分的附录A、附录D、附录F和附录G为资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国低压电器标准化技术委员会归口。

本部分由上海电器科学研究所负责起草。

本部分参加起草单位:施耐德电气(中国)投资有限公司、北京ABB低压电器有限公司、正泰集团公司、德力西电器股份有限公司、上海第三开关厂、广东珠江开关有限公司。

本部分主要起草人:万绍尤、周积刚、陈 颖。

本部分参与起草人:刘振忠、李广利、胡宏宇、王先锋、祁卫华、杜宜、麦绍谦。

电气附件　家用及类似场所用过电流保护断路器　第1部分:用于交流的断路器

1　适用范围和目的

GB 10963 的本部分适用于交流 50 Hz 或 60 Hz,额定电压不超过 440 V(相间),额定电流不超过 125A,额定短路能力不超过 25 000 A 的交流空气式断路器。

本部分尽可能与 GB 14048.2 中的技术要求一致。

这些断路器是用来保护建筑物的线路设施的过电流及类似用途,它们设计成供未受过训练的人员使用,并且无需维修。

本部分的断路器预期在污染等级 2 的环境中使用。

本部分的断路器适用于隔离。

除了额定电压为 120 V 或 120/240 V 的断路器(见表 1)以外,只要符合 IEC 60364-4-473:1997+A1:1998 的要求,本部分的断路器适合于在 IT 系统中使用。

本部分也适用于具有几个额定电流的断路器,只要在正常运行时从一个额定值变换至另一个额定值的器具是不可触及的,并且不用工具不能变换其额定值。

本部分不适用于:

——保护电动机的断路器;

——整定电流可由用户能触及的器具调节的断路器。

对于防护等级高于 GB 4208 中 IP20,以及常在恶劣环境条件场所(例如过湿、过热、过冷或灰尘沉积)和在危险场所(例如易发生爆炸的场所)下使用的断路器,可要求特殊的结构。

对用于交流和直流的断路器的技术要求见 GB 10963.2。

对于装有剩余电流脱扣装置的断路器的技术要求见 GB 16917.1、GB 16917.21 GB 16917.22。

在短路条件下,断路器与其他短路保护电器(SCPD)之间配合的导则参见附录 D。

注 1:对更严酷的过电压条件,宜采用符合其他标准的断路器(例如 GB 14048.2)。

注 2:对更高污染等级的环境,宜采用具有合适的防护等级的外壳。

注 3:根据其脱扣特性及装置性能,本部分适用范围内的断路器也可用于故障情况下的电击保护。用于电击保护的适用范围由安装规程规定。

本部分包含了确保符合型式试验对这类装置特性所要求的动作特性必须的全部技术要求。

本部分还包括了为保证试验结果的重复性所必须的有关试验要求和试验方法的细节。

本部分规定:

a)　断路器的特性;

b)　断路器在下列几方面应符合的条件:

　　1)　断路器在正常工作时运行和工作状况;

　　2)　断路器在过载时运行和工作状况;

　　3)　断路器在额定短路能力及以下的短路时运行和工作状况;

　　4)　断路器的介电性能;

c)　用来确认满足这些条件的试验及试验所采用的方法;

d)　断路器上标志的数据;

e)　认证时执行的试验程序及提交的试品数量(见附录 C);

f)　短路条件下,断路器与连接在同一电路中的其他短路保护电器(SCPD)的配合(参见附录 D);

g) 为揭示在材料或制造方面可能会影响安全的不允许的变化，对每台断路器进行的常规试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 10963 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB 156—1993 标准电压(neq IEC 60038:1983)

GB/T 2900.18—1992 电工术语 低压电器(eqv IEC 60050-441:1984)

GB/T 3956—1997 电缆的导体(idt IEC 60228:1978)

GB/T 4207—1984 固体绝缘材料在潮湿条件下相比漏电起痕指数和耐漏电起痕指数的测定方法(neq IEC 60112:1979)

GB 4208—1993 外壳防护等级(IP 代码)(eqv IEC 60529:1989)

GB 5023—1997 额定电压 450/750V 及以下的聚氯乙烯绝缘电缆(idt IEC 60227)

GB/T 5169.10—1997 电工电子产品着火危险试验 试验方法 灼热丝试验方法 总则(idt IEC 60695-2-1/0:1994)

GB/T 5465.2—1996 电气设备用图形符号(idt IEC 60417:1994)

GB 13539 低压熔断器(所有部分)(idt IEC 60269)

GB/T 14048.1—2000 低压开关设备和控制设备 总则(eqv IEC 60947-1:1999)

GB 14048.2—2001 低压开关设备和控制设备 低压断路器(idt IEC 60947-2:1995)

GB 14821.1—1993 建筑物的电气装置 电击保护(eqv IEC 60364-4-41:1992)

GB 16895(所有部分) 建筑物电气装置(idt IEC 60364)

GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第一部分:原理、要求和试验(idt IEC 60664-1:1992)

GB/T 19627.1—1997 高压试验技术 第一部分:一般试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)

IEC 60038—1983 标准电压

IEC 60364-4-473:1977 建筑物的电气装置 第4部分:安全保护 第47章:安全保护措施的应用 第473节:过电流保护措施

IEC 60364-4-473 A1(第一次修订):1998

IEC 61545 连接器件 任何材料制成的夹紧件中连接铝导体和铝本体夹紧件中连接铜导体的器件 安全类出版物

ISO/IEC 导则 2:1991 标准化和相关活动的一般术语及其定义

3 定义

就 GB 10963 的本部分的用途而言，GB/T 2900.18 规定及下列术语和定义适用。

3.1 电器

3.1.1

开关电器 switching device

用以接通和分断一个或几个电气回路中电流的装置。

3.1.2

机械开关电器 mechanical switching device

用可分离触头来闭合或断开一个或几个电气回路的开关电器。

3.1.3

熔断器 fuse

当电流超过给定值以足够时间后，通过熔化一个或几个特殊设计和相称的熔体，断开其所接入的电路并分断电流的开关电器。

3.1.4

(机械)断路器 circuit-breaker(mechanical)

能接通、承载和分断正常电路条件下的电流，而且在规定的异常电路条件下，诸如短路电流，也能接通、承载一定时间和自动分断电流的机械开关电器。

3.1.5

插入式断路器 plug-in circuit-breaker

具有一个或几个的插入式端子(见3.3.20)，并用来与合适的插入式连接装置一起使用的断路器。

3.2 **一般术语**

3.2.1

过电流 overcurrent

超过额定电流的任何电流。

3.2.2

过载电流 overload current

在电气上无损的电路中发生的过电流。

注：如果过载电流持续一足够长的时间也可能引起损害。

3.2.3

短路电流 short-circuit current

正常运行时，电位不同的部位之间阻抗可忽略不计的故障产生的过电流。

注：短路电流可能由故障引起，也可能由错误的连接引起。

3.2.4

(断路器的)主电路 main circuit (of a circuit-breaker)

包括在其闭合和断开的电路里的断路器的所有导电部分。

3.2.5

(断路器的)控制电路 control circuit (of a circuit-breaker)

用于断路器的闭合操作或断开操作或用于两者的电路(主电路的电流路径除外)。

3.2.6

(断路器的)辅助电路 auxiliary circuit (of a circuit-breaker)

除了断路器的主电路和控制电路以外的电路里所包括的断路器的所有导电部件。

3.2.7

(断路器的) 极 pole (of a circuit-breaker)

仅与主电路的一个独立的导电路径相连的断路器的部件，具有用来连接和断开主电路本身的触头。它不包括那些用来将各极固定在一起并使各极一起动作的部件。

3.2.7.1

保护极 protected pole

具有过电流脱扣器(见3.3.6)的极。

3.2.7.2

无保护极 unprotected pole

没有过电流脱扣器(见3.3.6)的极，但是在其他方面通常与同一台断路器的保护极具有相同的性能。

注1：为确保符合本技术要求，无保护极可以与保护极结构相同或采用特殊结构。

注2：如果无保护极的短路能力与保护极不一样，应由制造厂标明。

3.2.7.3

开闭中性极　switched neutral pole

只用来开闭中性线而不需有短路能力的极。

3.2.8

闭合位置　closed position

保证断路器主电路预定的连续性的位置。

3.2.9

断开位置　open position

保证断路器主电路的断开触头之间有预定的电气间隙的位置。

3.2.10

空气温度　air temperature

3.2.10.1

周围空气温度　ambient air temperature

在规定条件下确定的断路器周围的空气温度（对于封闭式断路器，是指外壳外部的空气温度）。

3.2.10.2

基准周围空气温度　reference ambient air temperature

作为时间-过电流特性基准的周围空气温度。

3.2.11

操作　operation

动触头从断开位置到闭合位置的转换或相反的转换。

注：如果必须加以区分，则电气含义上的操作（即接通和分断）称为开闭操作，而机械含义上的操作（即闭合和断开）称为机械操作。

3.2.12

操作循环　operating cycle

从一个位置转换到另一个位置再返回至起始位置的连续操作。

3.2.13

（机械开关电器的）操作顺序　sequence of operations (of a mechanical switching device)

具有规定时间间隔的规定的连续操作。

3.2.14

不间断工作制　uninterrupted duty

断路器的主触头保持在闭合位置，不间断地长时期通以一稳定电流的工作制（通电时间可以是几星期、几个月甚至几年）。

3.3 结构部件

3.3.1

主触头　main contact

断路器主电路中的触头，在闭合位置时承载主电路的电流。

3.3.2

弧触头　arcing contact

指在其上形成电弧的触头。

注：弧触头可兼作主触头，也可以把弧触头设计成一个单独的触头，使它比其他触头后断开和先闭合，以保护其他触头免受损坏。

3.3.3

控制触头　control contact

接在断路器控制电路中的并由断路器以机械方式操作的触头。

3.3.4

辅助触头　auxiliary contact

接在辅助电路中的并由断路器以机械方式操作的触头(例如,用作指示触头的位置)。

3.3.5

脱扣器　release

与断路器机械上连接的(或组成整体的),用以释放保持机构并使断路器自动断开的装置。

3.3.6

过电流脱扣器　overcurrent release

当脱扣器中电流超过预定值时,使断路器有延时或无延时地断开的脱扣器。

注:在某些情况下,此值可能与电流上升的速率有关。

3.3.7

反时限过电流脱扣器　inverse time-delay overcurrent release

与过电流值成反比的延时后动作的过电流脱扣器。

注:这种脱扣器可设计成过电流很大时,延时接近一个确定的最小值。

3.3.8

直接过电流脱扣器　direct overcurrent release

直接由断路器的主电路电流激励的过电流脱扣器。

3.3.9

过载脱扣器　overload release

用作过载保护的过电流脱扣器。

3.3.10

导电部件　conductive part

能导电,然而不一定用来承载工作电流的部件。

3.3.11

外露导电部件　exposed conductive part

在正常情况下不带电的,但在故障情况下可能变成带电的容易触及的导电部件。

注:典型的外露导电部件是金属外壳的壁和金属操作件等。

3.3.12

接线端子　terminal

接线端子是断路器的可重复用于与外部电路进行电气连接的导电部件。

3.3.13

螺纹型接线端子　screw-type terminal

用于连接一根导线并且随后可拆卸这根导线,或用于两根或几根能拆卸的导线的相互连接的接线端子,其连接直接地或间接地用各种螺钉或螺母来完成。

3.3.14

柱式接线端子　pillar terminal

导线插入一个孔内或型腔内,靠螺钉的端部来压紧导线的螺纹型接线端子,其紧固压力可直接由螺钉端部来施加或通过一个由螺钉端部施加压力的过渡元件来施加。

注:柱式接线端子的示例见附录F的图F.1。

3.3.15

螺钉接线端子 screw terminal

导线紧固在螺钉头下面的螺纹型接线端子。紧固压力可直接由螺钉头来施加或通过一个过渡零件,例如垫圈、夹板或一个防松装置来施加。

注:螺钉接线端子示例见附录F图F.2。

3.3.16

螺栓接线端子 stud terminal

导线紧固在螺母下的螺纹型接线端子。紧固压力可直接由一个适当形状的螺母来施加或通过一个过渡零件,例如垫圈、夹板或一个防松装置来施加。

注:螺栓接线端子的示例见附录F的图F.2。

3.3.17

鞍形接线端子 saddle terminal

导线通过两个或几个螺钉或螺母紧固在鞍形板下的螺纹型接线端子。

注:鞍形接线端子的示例见附录F的图F.3。

3.3.18

接线片式接线端子 lug terminal

用一个螺钉或螺母来紧固电缆接线片或母线的螺钉接线端子或螺栓接线端子。

注:接线片式接线端子的示例见附录F的图F.4。

3.3.19

无螺纹接线端子 screwless terminal

用于连接一根导线并且随后可拆卸这根导线,或用于两根或几根能拆卸的导线的相互连接的接线端子。其连接直接地或间接地通过弹簧、楔形块、偏心轮或锥形轮等来完成,除了剥去绝缘外,无须对导线进行特殊加工。

3.3.20

插入式接线端子 plug-in terminal

不需移动相应电路中的导线能实现电气连接和拆卸的接线端子。

连接的实现不需要使用工具,而是由固定部件和/或移动部件的弹性和/或弹簧来提供。

3.3.21

自攻螺钉 tapping screw

用变形抗力较高的材料制成的旋入变形抗力比螺钉低的材料孔内的螺钉。

螺钉制成锥形螺纹,其端部螺纹的内径呈圆锥形。

由螺钉作用产生的螺纹,只有在螺钉旋转足够圈数超出锥体部分的螺纹后才能可靠成形。

3.3.22

螺纹挤压成形的自攻螺钉 thread forming tapping screw

具有连续螺纹的自攻螺钉,其螺纹没有从孔内切削材料的功能。

注:螺纹挤压成形的自攻螺钉的示例见图1。

3.3.23

螺纹切削式自攻螺钉 thread cutting tapping screw

具有不连续螺纹的自攻螺钉,其螺纹具有从孔内切削材料的功能。

注:螺纹切削自攻螺钉的示例见图2。

3.4 操作条件

3.4.1

闭合操作 closing operation

断路器从断开位置转换到闭合位置的操作。

3.4.2

断开操作 opening operation

断路器从闭合位置转换到断开位置的操作。

3.4.3

有关人力操作 dependent manual operation

完全靠直接施加人力的操作,因而操作的速度和力取决于操作者的动作。

3.4.4

无关人力操作 independent manual operation

能量来源于人力,并在一次连续操作中储存和释放的贮能操作,因而操作的速度和力与操作者的动作无关。

3.4.5

自由脱扣的断路器 trip-free circuit-breaker

闭合操作开始后,若进行自动断开操作时,即使保持闭合指令,其动触头能返回并保持在断开位置的断路器。

注:为了确保正常分断可能已经产生的电流,可能需要使触头瞬时地到达闭合位置。

3.5 **特性量**

除非另有规定,所有的电流和电压均为有效值。

3.5.1

额定值 rated value

用来确定断路器所设计和制造的工作条件的任何一种特性量的规定值。

3.5.2

(电路的和与断路器有关的)预期电流 prospective current (of a circuit, and with respect to a circuit-breaker)

如果断路器的每极用一个阻抗可忽略不计的导线代替时,在电路中流过的电流。

注:预期电流同样可以看作一个实际电流,例如:预期分断电流,预期峰值电流。

3.5.3

预期峰值电流 prospective peak current

在接通以后的瞬态过程中预期电流的峰值。

注:此定义假定电流是由理想的断路器接通的,即其阻抗瞬时地由无穷大转变为零,对电流可流过几个不同路径的电路,例如多相电路,此定义进一步假定电流在所有极是同时接通的,即使仅考虑一个极的电流。

3.5.4

(交流电路的)最大预期峰值电流 maximum prospective peak current (of an a.c. circuit)

当电流接通发生在可能导致最大值的瞬间的预期峰值电流。

注:对多相电路中的多极断路器,最大预期峰值电流仅指单极。

3.5.5

短路(接通和分断)能力 short-circuit (making and breaking) capacity

在规定条件下,用断路器来接通,承载其断开时间和分断的用有效值表示的预期电流的交流分量。

3.5.5.1

极限短路分断能力 ultimate short-circuit breaking capacity

根据规定的试验程序,其规定条件不包括断路器在0.85倍不脱扣电流下承载约定时间的分断能力。

3.5.5.2

运行短路分断能力 service short-circuit breaking capacity

根据规定的试验程序,其规定条件包括断路器在0.85倍不脱扣电流下承载约定时间的分断能力。

3.5.6

分断电流　breaking current

在分断过程中,产生电弧瞬间在断路器一个极流过的电流。

3.5.7

外施电压　applied voltage

在刚接通电流前,加在断路器一个极的接线端子之间的电压。

注:此定义指单极断路器。对多极断路器,外施电压是断路器电源端子之间的电压。

3.5.8

恢复电压　recovery voltage

分断电流后,在断路器一极的接线端子之间出现的电压。

注1:此电压可以认为有两个连续的时间间隔组成,第一个时间间隔出现瞬态电压,接着的第二个时间间隔只出现工频恢复电压。

注2:此定义指单极断路器。对多极断路器,恢复电压是指断路器电源端子之间的电压。

3.5.8.1

瞬态恢复电压　transient recovery voltage

在具有显著瞬态特征的时间内的恢复电压。

注:根据电路和断路器的特性,瞬态电压可以是振荡的,非振荡的或两者兼有。此电压包括多相电路中性点位移的电压。

3.5.8.2

工频恢复电压　power-frequency recovery voltage

在瞬态电压现象消失以后的恢复电压。

3.5.9

断开时间　opening time

断路器在闭合位置,从主电路电流达到过电流脱扣器动作值瞬间起到所有极的弧触头都分开瞬间为止的时间间隔。

注:断开时间通常称为脱扣时间。尽管严格地说脱扣时间是断开时间开始瞬间起到断开指令不可逆转瞬间为止的时间间隔。

3.5.10

燃弧时间　arcing time

3.5.10.1

一极燃弧时间　arcing time of a pole

从一极产生电弧瞬间起到该极电弧最终熄灭瞬间为止的时间间隔。

3.5.10.2

多极断路器的燃弧时间　arcing time of a multipole circuit-breaker

从第一个电弧产生瞬间起到所有极电弧最终熄灭瞬间为止的时间间隔。

3.5.11

分断时间　break time

从断路器的断开时间开始到燃弧时间结束为止的时间间隔。

3.5.12

I^2t(焦耳积分)　I^2t (Joule integral)

电流平方在给定时间间隔内的积分:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \mathrm{d}t$$

3.5.13

断路器的 I^2t 特性　I^2t characteristic of a circuit-breaker

在规定的工作条件下，表示 I^2t 的最大值为预期电流函数的曲线。

3.5.14

串联的过电流保护电器之间的配合　coordination between overcurrent protective devices in series

3.5.14.1

过电流保护电器的过电流保护配合　overcurrent protective co-ordination of overcurrent protective devices

两个或几个串联的过电流保护电器之间的配合，用以确保选择性保护和/或后备保护。

3.5.14.2

过电流选择性　overcurrent discrimination

两个或几个串联的过电流保护电器之间动作特性的配合，过电流在规定的范围内时，指定在这个范围内动作的保护电器动作，而其他保护电器不动作。

3.5.14.3

后备保护　back-protection

两个串联的过电流保护电器之间的过电流配合，通常电源侧的保护电器(但不是必须在电源侧)在有或没有另外一个保护电器的帮助下实现过电流保护，并防止另一个保护电器受过度的应力。

3.5.14.4

全选择性　total discrimination (total selectivity)

在两个串联的过电流保护电器的情况下，负载侧的保护电器实现保护而不引起另一个保护电器动作。

3.5.14.5

局部选择性　partial discrimination (partial selectivity)

在两个串联的过电流保护电器的情况下，负载侧的保护电器在一给定的过电流值以下实现保护而不引起另一个保护电器动作。

3.5.14.6

选择性极限电流 I_s　selectivity limit current I_s

负载端的保护电器的总的时间-电流特性和另一个保护电器的弧前(指熔断器)或脱扣(指断路器)时间-电流特性交点的电流坐标。

选择性极限电流(见本部分的图 D.1)是一个电流极限值：

——在此值以下，如有两个串联的过电流保护电器，负载端的保护电器及时完成它的分断动作，防止另一个保护电器开始动作(即保证选择性)。

——在此值以上，如有两个串联的过电流保护电器，负载端的保护电器可以不及时完成分断动作来防止另一个保护装置开始动作(即不保证选择性)。

3.5.14.7

交接电流 I_B　take-over current I_B

两个过电流保护电器的时间-电流特性交点的电流坐标。

注：交接电流是两个串联的过电流保护电器的最大分断-时间/电流特性交点的电流坐标。

3.5.14.8

(电路或开关电器的)限制短路电流　conditional short-circuit current (of a circuit or a switching device)

在规定的使用和性能条件下，由规定的短路保护电器保护的电路或开关电器在该保护电器的全部动作时间内能完满承受的预期电流。

注1：就本部分而言，短路保护电器一般是指断路器或熔断器。

注2：本定义与IEC 60441-17-20不同，把限流电器的概念扩展到短路保护电器，短路保护电器的功能不仅仅是限制电流。

3.5.14.9

额定限制短路电流 I_{nc}　rated conditional short-circuit current I_{nc}

在有关产品标准的试验条件下，用制造厂规定的保护电器保护的设备在该保护电器动作的时间内能完满承受的预期电流值。

3.5.15

约定不脱扣电流 I_{nt}　conventional non-tripping current I_{nt}

断路器能承载一个规定时间（约定时间）而不脱扣的规定电流值。

3.5.16

约定脱扣电流 I_t　conventional tripping current I_t

使断路器在规定时间（约定时间）内脱扣的规定电流值。

3.5.17

瞬时脱扣电流　instantaneous tripping current

使断路器无故意延时自动动作的最小电流值。

3.6　关于绝缘配合的定义

3.6.1

绝缘配合　insulation co-ordination

考虑预期的微观环境和影响应力，电气设备绝缘特性相互之间的关系。

3.6.2

工作电压　working voltage

当设备施加额定电压时，在任何特定的绝缘上可能发生的直流电压或交流电压的最大有效值。

注1：瞬态现象忽略不计。

注2：考虑开路条件和正常工作条件两者。

3.6.3

过电压　overvoltage

在正常工作条件下，峰值超过最大稳态电压相应峰值的任何电压。

3.6.4

冲击耐受电压　impulse withstand voltage

在规定条件下，不引起绝缘击穿的指定波形和极性的冲击电压的最高峰值。

3.6.5

过电压类别　overvoltage category

定义瞬态过电压条件的数字。

3.6.6

宏观环境　macro-environment

安装或使用设备的房间或其他场所的环境。

3.6.7

微观环境　micro-environment

对爬电距离尺寸确定有显著影响的紧靠绝缘的环境。

3.6.8

污染　pollution

任何能导致绝缘的介电强度或表面电阻率降低的外来的固体、液体或气体物质的增加。

3.6.9

污染等级　pollution degree

表征微观环境预期污染的数字。

注：因为采用诸如外壳或防止潮气吸收或凝露的内部加热提供的保护，设备暴露环境的污染等级可能与设备位于场所宏观环境污染等级不同。

3.6.10

隔离(隔离功能)　isolation (isolating function)

出于安全的原因，通过使其与所有电源分开的方法切断整个装置或其中一个独立部分的电源。

3.6.11

(机械开关电器一极的)隔离距离　isolating distance (of a pole of a mechanical switching device)

满足对隔离用途规定的安全要求的断开触头之间的电气间隙。

3.6.12

电气间隙　clearance

两个导电部件之间以最短的方式张紧的绳子在空气中的最短距离(见附录B)。

注：为确定对易触及部件的电气间隙，绝缘外壳的易触及表面应视为导电的，好象该外壳的能被手或图9的标准试指触及的表面覆盖一层金属箔一样。

3.6.13

爬电距离　creepage distance

两个导电部件之间沿绝缘材料表面的最短距离。(见附录B)

注：为确定对易触及部件的爬电距离，绝缘外壳的易触及表面应视为导电的，好象该外壳的能被手或图3的标准试指触及的表面覆盖一层金属箔一样。

4　分类

断路器按下列方法分类：

4.1　根据极数分

——单极断路器；

——带一个保护极的二极断路器；

——带两个保护极的二极断路器；

——带三个保护极的三极断路器；

——带三个保护极的四极断路器；

——带四个保护极的四极断路器。

注：不是保护极的极可以是：

——“无保护极”(见3.2.7.2)或

——“开闭中性极”(见3.2.7.3)。

4.2　根据对外部影响的防护分

——封闭式(不需要合适的外壳)；

——非封闭式(需配合适的外壳)。

4.3　根据安装方式分

——平面安装式；

——嵌入式安装；

——面板式，也称为配电板式安装。

注：这些安装方式均可安装在安装轨上。

4.4 根据接线方式分

4.4.1 根据固定的体系分

——电气连接与机械安装无关的断路器；

——电气连接与机械安装有关的断路器。

注：这种型式的示例如：

——插入式；

——螺栓式；

——螺旋式。

某些断路器可能只在电源端采用插入式或螺栓式，而在负载端通常适用于接线。

4.4.2 根据接线端子的型式分

——具有连接外部铜导线的螺纹型接线端子的断路器；

——具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的断路器；

注1：具有这种型式接线端子的断路器的要求见附录J。

——具有扁平快速连接外部铜导线的接线端子的断路器；

注2：具有这种型式接线端子的断路器的要求见附录K。

——具有连接外部铝导线的螺纹型接线端子的断路器。

注3：具有这种型式接线端子的断路器的要求正在考虑中。

4.5 根据瞬时脱扣电流分(见3.5.17)

——B型；

——C型；

——D型。

注：可按安装规程来选用特定的型式。

4.6 根据 I^2t 特性分

除了制造厂提供的 I^2t 特性以外，断路器可按其 I^2t 特性分类。

5 断路器特性

5.1 特性概述

断路器的特性应由下列术语来确定：

——极数(见4.1)；

——防外部影响(见4.2)；

——安装方式(见4.3)；

——接线方式(见4.4)；

——额定工作电压(见5.3.1)；

——额定电流(见5.3.2)；

——额定频率(见5.3.3)；

——瞬时脱扣电流范围(见4.5和5.3.5)；

——额定短路能力(见5.3.4)；

—— I^2t 特性(见3.5.13)；

—— I^2t 分类(见4.6)。

5.2 额定量

5.2.1 额定电压

5.2.1.1 额定工作电压(U_e)

断路器的额定工作电压(以下均称额定电压)是制造厂规定的电压值，此值与断路器的性能(尤其是短路性能)有关。

注：同一台断路器可规定几个额定电压和相应的额定短路能力。

5.2.1.2 **额定绝缘电压(U_i)**

断路器的额定绝缘电压是制造厂规定的电压值,此值与介电试验电压以及爬电距离有关。

除非另有规定,额定绝缘电压是断路器的最大额定电压值,在任何情况下,最大额定电压不应超过额定绝缘电压。

5.2.1.3 **额定冲击耐受电压(U_{imp})**

断路器的额定冲击耐受电压应等于或高于表3规定的冲击耐受电压的标准值。

5.2.2 **额定电流(I_n)**

制造厂规定的断路器在规定的基准周围空气温度及不间断工作制(见3.2.14)下能承载的电流。

标准的基准周围空气温度是30℃。如果断路器采用其他的基准周围空气温度,则应考虑对电缆过载保护的影响,因为按照安装规程,电缆也是以30℃基准周围空气温度为基础的。

注:按IEC 60364,电缆过载保护的基准周围空气温度为25℃。

5.2.3 **额定频率**

断路器的额定频率是为断路器设计而规定的,且与其他特性相对应的工频频率。

同一台断路器可规定几个额定频率。

5.2.4 **额定短路能力(I_{cn})**

断路器的额定短路能力是制造厂对断路器规定的极限短路分断能力(见3.5.5.1)值。

注:具有给定额定短路能力的断路器有一个相应的运行短路能力(I_{cs})(见表18)。

5.3 标准值和优选值

5.3.1 **额定电压优选值**

额定电压优选值见表1。

表1 额定电压优选值

断路器	断路器的供电电路	在230 V、230/400 V、400 V系统使用的断路器的额定电压 V	在120/240 V、240 V系统使用的断路器的额定电压 V
单极	单相(相线对中性线或相线对相线)	230	
	三相四线	230	
	单相(相线对中间的接地导线或相线对中性线)		120
	单相(相线对中性线)或三相,使用三个单极断路器(三线或四线)	230/400	
二极	单相(相线对中性线或相线对相线)	230	
	单相(相线对相线)	400	240
	单相(相线对相线,三线)		120/240
	三相(四线)	230	
三极	三相(三线或四线)	400	240
四极	三相(四线)	400	

注1:在IEC 60038中,电网电压值230/400 V已经标准化,这些电压值宜逐步取代220/380 V和240/415 V电压值。

注2:本部分中,凡涉及到230 V和400 V的地方,可以分别理解为220 V或240 V、380 V或415 V。

注3:本部分中,凡涉及到120 V和120/240 V的地方,可以分别理解为100 V或100/200 V。

5.3.2 **额定电流优选值**

额定电流优选值是:

6 A、8 A、10 A、13 A、16 A、20 A、25 A、32 A、40 A、50 A、63 A、80 A、100 A和125A。

5.3.3 **额定频率标准值**

额定频率标准值是 50 Hz 或 60 Hz。

5.3.4 **额定短路能力标准值**

5.3.4.1 **10 000A 及以下的标准值**

额定短路能力为 10 000A 及以下的标准值是：

1 500A、3 000A、4 500A、6 000A 和 10 000A。

注：在某些国家，1 000A、2 000A、2 500A、5 000A、7 500A 和 9 000A 也被看作是标准值。

相应功率因数范围在 9.12.5 中规定。

5.3.4.2 **大于 10 000A 至 25 000A(含 25 000A)的值**

对于大于 10 000A 至 25 000A(含 25 000A)的值，其优选值为 20 000A。

相应功率因数范围在 9.12.5 中规定。

5.3.5 **瞬时脱扣的标准范围**

瞬时脱扣的标准范围在表 2 中规定。

表 2 瞬时脱扣范围

脱扣形式	脱扣范围
B	>3 I_n～5 I_n(含 5 I_n)
C	>5 I_n～10 I_n(含 10 I_n)
D	>10 I_n～20 I_n(含 20 I_n)[a]
[a] 对特定场合，也可使用至 50 I_n 的值。	

5.3.6 **额定冲击耐受电压(U_{imp})的标准值**

表 3 给出了额定冲击耐受电压标准值与装置标称电压的关系。

表 3 额定冲击耐受电压与装置标称电压的关系

额定冲击耐受电压 U_{imp} kV	装置的标称电压	
	三相系统 V	中点接地的单相系统 V
2.5[a]		120/240[b]
4[a]	230/400,250/440	120/240,240[c]
注 1：检验绝缘的试验电压见表 14。		
注 2：检验断开触头之间隔离距离的试验电压见表 13。		
[a] 在 2 000 m 海拔处验证断开触头之间的隔离距离分别采用 3 kV 和 5 kV 的值(见表 4 和表 13)。		
[b] 在日本，装置常采用的电压。		
[c] 在北美国家，装置常采用的电压。		

6 标志和其他产品资料

每个断路器应以耐久的方式标出下列内容：

a) 制造厂名称或商标；

b) 型号、目录号或系列号；

c) 额定电压；

d) 额定电流，不标符号“A”，在前面冠以瞬时脱扣的符号(B,C 或 D)，例如 B16；

e) 如果规定断路器只用于一个频率时，则应标明额定频率(见 5.3.3)；

f) 额定短路能力，用 A 表示；

g) 接线图，除非正确的接线方式是显而易见的；

h) 基准周围空气温度(如果不是30℃时);

i) 防护等级(如果不是IP20时);

j) 对D型断路器:最大的瞬时脱扣电流(如果大于$20I_n$)(见表2);

k) 额定冲击耐受电压U_{imp}(如果是2.5 kV)。

断路器安装后,标志d)的内容应显而易见。如果对于小型断路器,可利用的空间不足以标志上述所有数据,则可把标志a),b),c),e),f),h),i)和j)的内容标在断路器的侧面或背面。标志g)的内容可标在接电源线时必须打开的盖子里面。该线路图不应标在松散地附在断路器上的标签上。任何其他没有标注的资料应在制造厂提供的文件中给出。

本部分的所有断路器均能提供隔离功能,所以在断路器上可用符号标明其适用于隔离。当附加符号时,该标志可放在接线图里,此时可与其他功能符号组合在一起,例如与过载保护或IEC技术委员会3[1)]的其他符号组合在一起。当该符号单独使用时(即不在接线图中),则不允许与其他功能的符号组合在一起。

注1:在下列国家:丹麦、芬兰、挪威、瑞典和南非等,断路器上的符号标志必须强制标明该电器对下端装置提供隔离。在这些国家,当断路器按正常工作安装并操作件可触及时,要求该符号清晰、明白无误地可见。

注2:在澳大利亚,断路器上的该标志是强制的,但不要求在安装后可见。

如果断路器上标志的防护等级高于IEC 60529的IP20,则无论采用哪种安装方式均应符合这个要求。如果较高的防护等级仅是采用特定的安装方法和/或使用特定的附件(例如,端子盖板,外壳等)来达到的,则应在制造厂的文件中规定。

如有要求,制造厂应提供I^2t特性(见3.5.13)。

制造厂可标明I^2t的分类(见4.6),并相应地标在断路器上。

除了用按钮操作的断路器外,断路器的断开位置应用"○"符号(一圆圈)表示,而闭合位置用"|"(一竖短直线)表示。对该指示允许增加各国家的符号。暂时,允许仅使用各个国家的指示。当断路器安装后,这些指示应清晰可见。

对于用两个按钮操作的断路器,只用于断开操作的按钮应用红色和/或标有符号"○"。

红色不应用于断路器的其他按钮。

如果用一个按钮来闭合触头并且能明显地加以区分,则按钮的按下位置就足以指示闭合位置。

如果仅用一个按钮来闭合和断开触头并能加以区分,按钮保持在按下位置足以指示闭合位置。反之,如果按钮不保持在按下位置,则应附加配备一个指示触头位置的装置。

对于有几个电流额定值的断路器,应按标志d)的要求标志最大值。此外,断路器可调节的电流值应明确地标明。

如果必须区分电源端和负载端,则电源端应用指向断路器的箭头标明,负载端用背向断路器的箭头标明。

专用于中性线的接线端子应用字母"N"标明。

用于保护导线的接线端子(如有的话)应用符号⊜(GB/T 5465.2-5019)标明。

注3:以前推荐的符号⏚(GB/T 5465.2-5017)将逐步被上述推荐的符号(GB/T 5465.2-5019)取代。

标志应是不易擦掉及容易识别的,并且不应位于螺钉、垫圈或其他可移动部件上。

通过检查和9.3的试验来检验是否符合要求。

7 使用的标准工作条件

符合本部分的断路器应能在下列标准条件下使用。

7.1 周围空气温度范围

周围空气温度不超过+40℃,并且在24 h内的平均温度不超过+35℃。

1) IEC技术委员会3:文件和图形符号。

周围空气温度的下限是－5℃。

在周围空气温度高于＋40℃(尤其是热带国家)或低于－5℃的条件下使用的断路器应采用特殊设计或按制造厂样本中提供的数据使用。

7.2 海拔高度

安装地点的海拔高度一般不超过 2 000 m(6 600 ft)。

对于安装在更高海拔的装置,必须考虑介电强度和空气冷却效果的降低。预期在此条件下使用的断路器应特殊设计或按制造厂与用户间的协议使用。制造厂样本中给出的资料可取代此项协议。

7.3 大气条件

空气是清洁的,并且在最高温度为＋40℃时,空气的相对湿度不超过 50%。

在较低温度下可允许较高的相对湿度,例如在＋20℃时,相对湿度为 90%。

对由于温度变化可能偶尔产生适度的凝露,应注意采取适当的措施(例如排水孔)。

7.4 安装条件

断路器应按制造厂的说明书安装。

7.5 污染等级

本部分的断路器适用于污染等级为 2 的环境,即一般情况下仅有非导电性的污染,但可以预期偶而由于凝露造成的短暂的导电性污染。

8 结构和动作要求

8.1 机械设计

8.1.1 一般要求

断路器的设计和结构应使其在正常使用条件下性能可靠,对操作者或周围环境无危险。

一般是采用规定的所有有关试验来检查是否符合要求。

8.1.2 机构

多极断路器的所有极的动触头机械上应这样联结,即除了可开闭的中性极(如果有的话)外,所有极无论是手动操作或自动操作基本上同时接通和同时分断,即使仅在一个保护极发生过载时也是如此。

四极断路器的开闭中性极(见 3.2.7.3)不应比保护极后闭合和先断开。

通过采用适当的装置(例如指示灯、示波器等)进行检查和手动试验来检验是否符合要求。

如果具有适当短路接通分断能力的一个极被用作中性极,并且断路器是无关人力操作(见 3.4.4),则所有的极包括中性极可以基本上同时动作。

断路器应有自由脱扣机构。

应可用手动操作开闭断路器,对于没有操作件的插入式断路器,不能认为断路器能从基座上拔下就满足了这一技术要求。

断路器的结构应使得动触头只能置于闭合位置(见 3.2.8)或断开位置(见 3.2.9),即使操作件释放在一个中间位置时也是如此。

断路器在断开位置(3.2.9)时应按满足隔离功能(见 8.3)所必须的要求提供一个隔离距离。用下列一个或两个方式指示主触头的断开位置和闭合位置:

——操作件的位置(优选的);

——分开的机械指示器。

如果用一个独立的机械指示器来指示主触头的位置,对闭合位置(ON)指示器应显示红色,对断开位置(OFF)显示绿色。

触头位置指示装置应该可靠。

通过检查和 9.10.2 的试验来检验是否符合要求。

断路器的设计应使得操作件、面板或盖子只能固定在正确的位置,以确保正确指示触头位置。

通过检查和9.12.12.1和9.12.12.2的试验来检验是否符合要求。

如果用操作件来指示触头的位置,脱扣时操作件应自动地位于与动触头位置相对应的位置。在这种情况下,操作件应有两个明显不同的与触头位置相应的停止位置,但对自动断开,操作件可以有第三个明显不同的位置。

机械的动作应不受外壳或盖的位置的影响,并且与任何可移动的部件无关。

由制造厂密封定位的盖子看作是不可移动的部件。

如果用盖子作为按钮的导向件,则应不可能从断路器的外面把按钮取下。

操作件应可靠地固定在其轴上,并且不借助于工具应不可能把操作件卸下。允许将操作件直接固定在盖上。

如果操作件是"上下运动"的,当断路器按正常使用安装时,则向上运动应使触头闭合。

注1:到目前为止,在某些国家里还允许向下运动使触头闭合。

用直观检查及手动操作试验检验是否符合要求。

当制造厂提供或规定了把操作件锁定在断开位置的装置时,应只有在主触头处于断开位置时才可能把操作件锁定在断开位置。

注2:对特定的使用场合,允许把操作件锁定在闭合位置。

通过直观检查及参照制造厂的说明书来检验是否符合要求。

8.1.3 电气间隙和爬电距离(见附录B)

电气间隙和爬电距离要求的最小值见表4,表4的值是基于断路器设计成在污染等级为2的环境中使用。然而,只要能承受额定冲击电压试验,可减少项2、项4和项5的电气间隙。

根据GB 16935.1--1997中2.7.1.1和2.7.1.3的相比漏电起痕指数(CTI),把绝缘材料分成材料组别。

8.1.4 螺钉、载流部件和连接

8.1.4.1 无论电气连接或机械连接应能承受正常使用时产生的机械应力。

安装过程中,安装断路器使用的螺钉不应是螺纹切削式自攻螺钉。

注1:安装断路器使用的螺钉(或螺母)包括固定盖或盖板的螺钉,但不包括用于螺纹导线管和固定断路器基座的连接装置。

通过直观检查和9.4的试验来检验是否符合要求。

注2:可认为9.8、9.9、9.12、9.13和9.14的试验对螺纹连接进行了检验。

8.1.4.2 安装过程中,安装断路器时所用的与绝缘材料螺纹啮合的螺钉,应保证其正确导入螺孔或螺帽内。

通过直观检查和手动试验来检验是否符合要求。

注:如果能防止螺钉倾斜导入,例如用内螺纹中的凹槽固定的零件或使用一个去除前端导向螺纹的螺钉进行导向,则就满足了有关螺钉正确导入的要求。

8.1.4.3 电气连接应这样设计,使得触头压力不是通过除了陶瓷、纯云母或其他性能相当的材料以外的绝缘材料来传递,除非在金属部件中具有足够的弹性以补偿绝缘材料任何可能的收缩或变形。

通过直观检查来检验是否符合要求。

注:材料的适用性是就材料尺寸的稳定性来考虑的。

8.1.4.4 载流部件和连接包括用作保护导线的部件(如果有的话)应是:

——铜;

——对冷加工部件,为含铜量至少为58%的合金。对于其他部件,为含铜量至少为50%的合金;

——耐腐蚀性能不低于铜并且具有适当机械性能的其他金属或适当的涂层的金属。

注:确定耐腐蚀性能的新的要求及适当的试验正在考虑,这些要求宜允许使用其他有适当涂层的材料。

本条款的要求不适用于触头、磁路、加热元件、双金属片、限流材料、分流器、电子装置的元件,也不适用于螺钉、螺母、垫圈、夹紧板和接线端子的类似部件。

表 4　最小电气间隙和爬电距离

<table>
<tr><td rowspan="6">部位</td><td colspan="3">最小电气间隙
mm</td><td colspan="12">最小爬电距离[e,f]
mm</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="4">组别Ⅲa[b]
(175V≤CTI<400V)[d]</td><td colspan="4">组别Ⅱ
(400V≤CTI<600V)[d]</td><td colspan="4">组别Ⅰ
(600V≤CTI)[d]</td></tr>
<tr><td colspan="3">额定电压</td><td colspan="12" rowspan="3">工　作　电　压[c]</td></tr>
<tr><td colspan="3">U_{imp}</td></tr>
<tr><td>2.5 kV</td><td>4 kV</td><td>4 kV</td></tr>
<tr><td>120/240V
120V</td><td>120/240V
240V</td><td>120/240V
230V
400V</td><td>>25V
≤50V[i]</td><td>120V</td><td>250V</td><td>400V</td><td>>25V
≤50V[i]</td><td>120V</td><td>250V</td><td>400V</td><td>>25V
≤50V[i]</td><td>120V</td><td>250V</td><td>400V</td></tr>
<tr><td>1. 当主触头处于断开位置时，分开的带电部件之间[a]</td><td>2.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>1.2</td><td>2.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>0.9</td><td>2.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>0.6</td><td>2.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td></tr>
<tr><td>2. 不同极的带电部件之间[a]</td><td>1.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>1.2</td><td>1.5</td><td>3.0</td><td>4.0</td><td>0.9</td><td>1.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>0.6</td><td>1.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td></tr>
<tr><td>3. 不同电源供电的电路之间，其中一个电源为PELV或SELV[g]</td><td>3.0</td><td>6.0</td><td>8.0</td><td></td><td>3.0</td><td>6.0</td><td>8.0</td><td></td><td>3.0</td><td>6.0</td><td>8.0</td><td></td><td>3.0</td><td>6.0</td><td>8.0</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="3" rowspan="2"></td><td colspan="12">额定电压</td></tr>
<tr><td colspan="2">120/240V</td><td colspan="2">230/400V</td><td colspan="2">120/240V</td><td colspan="2">230/400V</td><td colspan="2">120/240V</td><td colspan="2">230/400V</td></tr>
<tr><td>4. 带电部件与
——操作件可触及的表面之间
——安装断路器时必须拆下的盖的固定螺钉或其他器件之间
——断路器安装的平面之间[b]
——固定断路器的螺钉或其他器件之间[b]
——金属盖或外壳之间[b]
——其他可触及的金属部件之间[c]
——支承嵌入式断路器的金属支架之间</td><td>1.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td colspan="2">1.5</td><td colspan="2">4.0</td><td colspan="2">1.5</td><td colspan="2">3.0</td><td colspan="2">1.5</td><td colspan="2">3.0</td></tr>
</table>

表 4（续）

部位	最小电气间隙 mm			最小爬电距离[e,f] mm					
				组别Ⅲa[h] (175V≤CTI<400V)[d]		组别Ⅱ (400V≤CTI<600V)[d]		组别Ⅰ (600V≤CTI)[d]	
	额定电压			额定电压[e]					
	U_{imp}								
	2.5 kV	4 kV	4 kV						
	120/240V 120V	120/240V 240V	120/240V 230V 400V	120/240V	230/400V	120/240V	230/400V	120/240V	230/400V
5. 机构的金属部件与 ——可触及的金属部件之间[c] ——固定断路器的螺钉或其他器件之间 ——支承嵌入式断路器的金属支架之间	1.5	3.0	3.0	1.5	4.0	1.5	3.0	1.5	3.0

注 1：400 V 的值对 440 V 同样有效。

注 2：中性线回路的部件(如果有的话)也认为是带电部件。

注 3：确定固体绝缘尺寸的规定正在考虑中。

注 4：注意在不同极性的断路器的带电部件之间应有足够的电气间隙和爬电距离，例如相互之间紧靠着安装的插入式断路器之间。

[a] 对辅助和控制触头，其值在有关标准中规定。

[b] 如果断路器的带电部件与金属屏蔽层之间或与安装断路器的平面之间的电气间隙和爬电距离不仅仅与断路器的设计有关，使得断路器安装在最不利条件时电气间隙和爬电距离会减少，则电气间隙和爬电距离值应加倍。

[c] 包括覆盖在按正常使用安装后易触及的绝缘材料表面的金属箔，用 9.6 的伸直的无关节的试指(见图 9)把金属箔推至各个角落和凹槽等地方。

[d] 见 GB/T 4207。

[e] 在确定相应于表列的工作电压的中间电压值的爬电距离时，允许采用插入法。确定爬电距离见附录 B。

[f] 爬电距离不能小于相应的电气间隙。

[g] 包括辅助触头中 ELV 所有不同的电压。

[h] 对材料组别Ⅲb(100V≤CTⅠ<175V)，材料组别Ⅲa 的值乘以 1.6 后适用。

[i] 对工作电压为 25 V 及以下时，可参考 GB/T 16935.1。

8.1.5 连接外部导线的接线端子

8.1.5.1 连接外部导线的接线端子应确保其连接的导线可长期保持必须的接触压力。

只要接线装置不是用来连接电缆，允许该装置用来连接母排。

该装置可以是插入式，也可以是螺栓接入式。

接线端子在预期的使用条件下，应是容易触及的。

通过直观检查，对螺纹型接线端子通过 9.5 的试验，对本部分中的插入式或螺栓接入式断路器用特殊试验，或对有关的连接方式用附录 J 或附录 K 的试验来检验是否符合要求。

8.1.5.2 断路器应具有允许连接如表5所示的标称截面积的铜导线的接线端子。

注1：螺纹型接线端子可能的形状和结构的示例参见附录F。

通过直观检查，测量以及依次连接一根规定的最小截面积和一根最大截面积的导线来检验是否符合要求。

表5 螺纹型接线端子可连接的铜导线的截面积

额定电流[a] A	被夹紧的标称截面积范围[a] mm^2
13及以下	1～2.5
>13～16(含16)	1～4
>16～25(含25)	1.5～6
>25～32(含32)	2.5～10
>32～50(含50)	4～16
>50～80(含80)	10～25
>80～100(含100)	16～35
>100～125(含125)	25～50

[a] 对额定电流小于等于50A的接线端子，要求其设计成能夹紧实心导线和硬性多股绞合导线，允许使用软导线。但是对截面积为1 mm^2～6 mm^2 的导线，允许其结构仅用于夹紧实心导线。

注2：对于AWG铜导线，参见附录G。

8.1.5.3 接线端子中用于紧固导线的部件不应用作固定其他任何元件，尽管它们可用来使接线端子定位或防止其转动。

通过直观检查和9.5的试验来检验是否符合要求。

8.1.5.4 额定电流小于或等于32A的接线端子应允许连接未经特殊加工的导线。

通过直观检查其是否符合要求。

注：术语“特殊加工”包括焊接导线的线丝，使用电缆接头，弯成小圆环等，但不包括导线插入接线端子前的重新整形或为增加软性导线头部强度而拧紧导线的措施。

8.1.5.5 接线端子应具有足够的机械强度。用于紧固导线的螺钉和螺母应具有ISO规定公制的螺纹或节距和机械强度相当的螺纹。

通过直观检查和9.4和9.5.1的试验来检验其是否符合要求。

注：目前，SI、BA和UN螺纹可以使用，因为这些螺纹在节距和机械强度方面实际上与公制ISO螺纹相当。

8.1.5.6 接线端子的设计应使得其在紧固导线时不会过度损坏导线。

通过直观检查和9.5.2的试验来检验其是否符合要求。

8.1.5.7 接线端子的设计应使其能可靠地把导线紧固在金属表面之间。

通过直观检查和9.4和9.5.1的试验来检验其是否符合要求。

8.1.5.8 接线端子的设计或布置应使得硬性实心导线或绞合导线的线丝在拧紧紧固螺钉或螺母时不能滑出接线端子。

本要求不适用于接线片式接线端子。

通过9.5.3的试验来检验其是否符合要求。

8.1.5.9 接线端子应这样固定或定位，使得接线端子在拧紧或拧松紧固螺钉或螺母时不会从断路器的固定处松动。

注1：这些要求不是指接线端子的设计应使得其转动或位移受阻止，但对任何移动应充分地加以限制以免不符合本部分的要求。

注2：只要符合下列要求，可认为采用密封化合物或树脂足以防止接线端子松动：

——在正常使用时，密封化合物或树脂不受到应力；

——在本部分规定的最不利条件下，接线端子所能达到的温度不会损害密封化合物或树脂的效果。

通过直观检查、测量和9.4的试验来检验其是否符合要求。

8.1.5.10 连接保护导线的接线端子的紧固螺钉或螺母应具有足够的可靠性以防止意外的松动。

通过手动试验来检查其是否符合要求。

注：一般来说，接线端子的结构(附录F列出的示例)都具有足够的弹性可符合本要求；对于其他结构，可能需要采取特殊措施，例如，使用一个不大可能因疏忽而丢失的具有足够弹性的部件。

8.1.5.11 柱式接线端子应允许完全插入并可靠地夹紧导线。

把表5中对相应额定电流规定的最大截面积的实心导线完全插入接线端子，并施加表10中规定的扭矩完全紧固后，通过直观检查其是否符合要求。

8.1.5.12 用于连接外部导线的接线端子的螺钉和螺母应与金属螺纹啮合，并且这些螺钉不应是自攻螺钉。

8.1.6 不可互换性

对于装在与其构成一个单元的基座上的断路器(插入式或螺旋式)按正常使用安装和接线后，不借助于工具应不可能用另外一个同样型号的具有较大额定电流的断路器来更换。

通过直观检查来检验其是否符合要求。

注："按正常使用条件"的含义是指断路器按制造厂的说明书安装。

8.1.7 插入式断路器的机械安装

其定位不只是与其插入连接有关的插入式断路器的机械安装应可靠并具有足够的稳定性。

8.1.7.1 其定位不只是与其插入连接有关的插入式断路器

通过9.13的相关试验来检验是否符合机械安装要求。

8.1.7.2 其定位只与其插入连接有关的插入式断路器

通过9.13的相关试验来检验是否符合机械安装要求。

8.2 电击保护

断路器的结构应使其在按正常使用(见8.1.6的注)安装和接线后，带电部件是不易触及的。

如果部件能被试指(见9.6)触及，则认为该部件是易触及的。

对除了插入式以外的断路器，当其按正常使用条件安装和接线后，易触及的外部零件，不包括固定盖和铭牌的螺钉或其他器件，应用绝缘材料制成或全部衬垫绝缘材料，除非带电部件位于一个绝缘材料的内壳里。

衬垫应以这样的方式固定，使得它们在安装断路器的过程中不可能丢失。衬垫应具有足够的厚度和机械强度并且在锐利的边缘处应提供足够的保护。

电缆或导线管的入口应是绝缘材料制成的或具有绝缘材料套管或类似装置，这些装置应可靠地固定并且有足够的机械强度。

对于插入式断路器，正常使用时易触及的外部部件，不包括固定盖的螺钉或其他器件，应是绝缘材料制成的。

金属的操作件应与带电部件绝缘，其外露的导电部件应覆盖有绝缘材料。本要求不适用于连接各极绝缘操作件的装置。机构的金属部件应是不易触及的。此外，它们应与易触及的金属部件绝缘，与支承嵌入式断路器基座的金属支架绝缘，与把基座固定在支架上的螺钉或其他器件以及用作支架的金属板绝缘(如果有的话)。

应能不触及带电部件而方便地更换插入式断路器。

就本条款而言，认为清漆和搪瓷不能提供足够的绝缘。

通过直观检查及9.6的试验来检验是否符合要求。

8.3 介电性能和隔离能力

断路器应具有足够的介电性能并应确保隔离。

8.3.1 工频介电强度

断路器在工频电压下应有足够的介电强度。

通过在新的断路器上进行9.7.1、9.7.2和9.7.3的试验来检验其是否符合要求。

此外，在9.11的寿命试验和9.12短路试验后，断路器应能承受9.7.3的试验，但是分别在9.11.3和9.12.12.2规定的降低的电压下试验，并且试验前不进行9.7.1的潮湿处理。

8.3.2 隔离能力

断路器应适合于隔离。

通过验证符合表4中项1的最小电气间隙和爬电距离及9.7.6.1和9.7.6.3的试验来检验是否符合要求。

8.3.3 在额定冲击耐受电压(U_{imp})下的介电强度

断路器应足以耐受冲击电压。

通过9.7.6.2的试验来检验是否符合要求。

8.4 温升

8.4.1 温升极限

在9.8.2规定的条件下，测量表6规定的断路器各部件的温升不应超过该表规定的极限值。

断路器不应受到影响其功能和使用安全的损害。

表6 温升值

部件[a,b]	温升 K
连接外部导线的接线端子[c]	60
在手动操作断路器过程中，易触及的外部部件，包括绝缘材料的操作件以及连接各极绝缘的操作件的金属部件	40
操作件的外部金属部件	25
其他外部部件，包括断路器与安装平面直接接触的表面	60

[a] 对触头的温升值不作规定，因为大多数断路器的结构如不变动部件或移动部件不能直接测量这些部件的温度，而这些变动往往会影响试验的重复性。28天试验(见9.9)被认为已间接地对触头在使用中过度发热的工作情况作了充分的检验。

[b] 除了表列部件外，其他部件的温升值不作规定，但不应引起相邻的绝缘材料部件损坏，也不能妨碍断路器的操作。

[c] 对插入式断路器是指安装断路器的基座的接线端子。

8.4.2 周围空气温度

表6所示的温升极限值仅适用于周围空气温度保持在7.1规定的极限范围内。

8.5 不间断工作制

断路器即使在长期运行后也应可靠地工作。

通过9.9的试验来检验其是否符合要求。

8.6 自动动作

8.6.1 标准时间-电流带

断路器的脱扣特性应使得它们对电路有足够的保护，而无过早的动作。

断路器的时间-电流特性带(脱扣特性)由表7规定的条件和值来确定。

表7是指断路器按基准条件(见9.2)安装，并且在30℃基准校准温度下工作，温度误差为$^{+5}_{0}$℃。

通过9.10规定的试验来检验其是否符合要求。

试验可在任何合适的温度下进行，根据制造厂给出的资料使试验结果以30℃为基准。

在任何情况下，校准温度每变化1 K，表7的试验电流的变化不应超过1.2%。

如果断路器标志的校准温度不是30℃,则它们应在这个不同的温度下进行试验。

校准温度与基准值不同时,制造厂应给出关于脱扣特性变化的资料。

表7　时间-电流动作特性

试验	型式	试验电流	起始状态	脱扣或不脱扣时间极限	预期结果	附　注
a	B,C,D	$1.13I_n$	冷态[a]	$t \leqslant 1$ h(对 $I_n \leqslant 63$A) $t \leqslant 2$h(对 $I_n > 63$A)	不脱扣	
b	B,C,D	$1.45I_n$	紧接着试验[a]	$t < 1$h(对 $I_n \leqslant 63$A) $t < 2$h(对 $I_n > 63$A)	脱扣	电流在5 s内稳定地增加
c	B,C,D	$2.55I_n$	冷态[a]	1 s$<t<$60s(对 $I_n \leqslant 32$A) 1s$<t<$120s(对 $I_n > 32$A)	脱扣	
d	B C D	$3I_n$ $5I_n$ $10I_n$	冷态[a]	$t \leqslant 0.1$s	不脱扣	通过闭合辅助开关接通电流
e	B C D	$5I_n$ $10I_n$ $20I_n$[b]	冷态[a]	$t < 0.1$s	脱扣	通过闭合辅助开关接通电流
注:正在考虑对D型断路器,在c和d的中间增加试验。						
[a] 术语“冷态”指在基准校准温度下,试验前不带负载。 [b] 特定场合为 $50I_n$。						

8.6.2　**约定量**

8.6.2.1　**约定时间**

对于额定电流小于或等于63A的断路器,其约定时间是1 h,额定电流大于63A的断路器,其约定时间是2h。

8.6.2.2　**约定不脱扣电流(I_{nt})**

断路器的约定不脱扣电流是其额定电流的1.13倍。

8.6.2.3　**约定脱扣电流(I_t)**

断路器的约定脱扣电流是其额定电流的1.45倍。

8.6.3　**脱扣特性**

断路器的脱扣特性应包括在8.6.1规定的标准时间-电流带内。

注1:温度和安装条件与9.2规定的条件不同时(例如,安装在一个特定的外壳内,在同一个外壳内组装几个断路器等)可能会影响断路器的脱扣特性。

注2:周围温度与基准值不同时,但在7.1规定的极限范围内,制造厂应提供关于脱扣特性变化的资料。

8.6.3.1　**多极断路器单极负载对脱扣特性的影响**

当具有多个保护极的断路器从冷态开始,仅在一个保护极上通以下列电流的负载时:

——对带两个保护极的二极断路器,为1.1倍约定脱扣电流;

——对三极和四极断路器,为1.2倍约定脱扣电流。

断路器应在8.6.2.1规定的约定时间内脱扣。

通过9.10.3试验来检验其是否符合要求。

8.6.3.2 周围空气温度对脱扣特性的影响

除了基准温度外，周围温度在－5℃～＋40℃范围内变化时，不应对断路器的脱扣特性产生不符合要求的影响。

通过9.10.4试验来检验其是否符合要求。

8.7 机械和电气寿命

断路器应能在额定电流下进行足够的操作循环次数。

通过9.11试验来检验其是否符合要求。

8.8 短路电流下的性能

断路器应能进行规定的短路操作次数，在短路操作时不应危及操作者，也不应在带电导电部件之间或带电导电部件与地之间产生闪络。

通过9.12试验来检验其是否符合要求。

这就要求断路器在额定频率，等于额定电压105%(±5%)的工频恢复电压，以及不低于9.12.5规定的合适的范围的下限的功率因数条件下，能接通和分断相应于额定短路能力及以下的任何电流值；同时还要求相应的 I^2t 值小于 I^2t 特性(见3.5.13)。

8.9 耐机械冲击和撞击

断路器应具有足够的机械性能，以使其能承受安装和使用过程中遭受的机械应力。

通过9.13试验来检验其是否符合要求。

8.10 耐热性

断路器应有足够的耐热性能。

通过9.14试验来检验其是否符合要求。

8.11 耐异常发热及耐燃性

如果邻近的载流部件在故障或过载情况下达到一个很高的温度时，断路器中用绝缘材料制成的外部零件应不容易点燃和蔓延火焰。

通过直观检查和9.15试验来检验其是否符合要求。

8.12 防锈

铁制部件应有足够的防锈保护。

通过9.16试验来检验其是否符合要求。

9 试验

9.1 型式试验和试验程序

9.1.1 **断路器的性能通过型式试验来验证。**

本部分所要求的型式试验列于表8。

为验证符合本部分时，型式试验按试验程序进行。

试验程序和提交试验的试品数量在附录C中规定。

除非另有规定，每项型式试验(或型式试验程序)在新的和清洁的断路器上进行。

注：可用下列方法来验证是否符合本部分：

——由制造厂验证，作为供应商声明(ISO/IEC导则2中的13.5.1)；

——由独立的认证机构验证(ISO/IEC导则2中的13.5.2)。

根据ISO/IEC导则2的专用名词，术语“认证”只能用于第二种案例。

表 8 型式试验表

试验	条款
标志的耐久性	9.3
螺钉、载流部件和连接的可靠性	9.4
连接外部导线的接线端子的可靠性	9.5
电击保护	9.6
介电性能和隔离能力	9.7
温升	9.8
28 天试验	9.9
脱扣特性	9.10
机械和电气寿命	9.11
短路	9.12
耐机械冲击和撞击性能	9.13
耐热性	9.14
耐异常发热和耐燃性	9.15
防锈	9.16

9.2 试验条件

除非另有规定，断路器应单独地垂直安装在周围温度为 20℃～25℃ 的大气中，并且应避免外界过度的加热或冷却。

设计成安装在单独外壳中的断路器应在制造厂规定的最小的外壳中进行试验。

除非另有规定，断路器连接表 9 规定的适当的电缆，并且应安装在一块厚度约 20 mm，涂有无光泽黑漆的层压板上，安装方法应符合制造厂推荐的有关安装方式的任何要求。

在没有专门规定误差时，型式试验应在严酷程度不低于本部分规定的数值下进行。

除非另有规定，试验应在额定频率±5 Hz 和合适的电压下进行。

试验期间不允许对试品进行维修和拆卸。

对于 9.8、9.9、9.10 和 9.11 的试验，断路器按下列要求接线：

a) 连接导线采用符合 GB 5023 的单芯聚氯乙烯绝缘铜导线制成；

b) 除 9.8.2、9.10.2 和 9.11 的试验外，所有极串联通以单相电流进行试验；

c) 连接导线应处在大气中，并且相互之间距离不小于接线端子之间的距离；

d) 接线端子与接线端子之间的每根临时连接导线的最小长度为：

——截面积小于等于 10 mm^2 的导线为 1 m；

——截面积大于 10 mm^2 的导线为 2 m。

施加在接线端子螺钉上的拧紧扭矩为表 10 规定值的三分之二。

表 9 与额定电流相应的试验铜导线的截面积(S)

截面积 S mm^2	额定电流值 I_n A
1	$I_n \leqslant 6$
1.5	$6 < I_n \leqslant 13$
2.5	$13 < I_n \leqslant 20$
4	$20 < I_n \leqslant 25$
6	$25 < I_n \leqslant 32$
10	$32 < I_n \leqslant 50$
16	$50 < I_n \leqslant 63$
25	$63 < I_n \leqslant 80$
35	$80 < I_n \leqslant 100$
50	$100 < I_n \leqslant 125$

注：AWG 铜导线参见附录 G。

9.3 标志的耐久性试验

用手拿一块浸透水的棉花擦标志 15 s,接着再用一块浸透脂族已烷溶剂(芳香剂的容积含量最大为 0.1%,贝壳松脂丁醇值为 29,初沸点约为 65℃,干点约为 69℃,比重约为 0.68 g/cm³)的棉花擦 15 s 进行试验。

对用压印、模压或蚀刻方式制造的标志不进行本试验。

在本试验后,标志应容易识别。

在本部分的所有试验完成后,标志仍应保持容易识别。

标志应不可能轻易地移动,并没有翘曲现象。

9.4 螺钉、载流部件和连接的可靠性试验

通过直观检查,对断路器安装和接线时使用的螺钉和螺母还要通过下列试验来检验是否符合8.1.4 的要求:

拧紧和拧松螺钉及螺母:

——对与绝缘材料螺纹啮合的螺钉,10 次;

——对所有其他情况,5 次。

与绝缘材料螺纹啮合的螺钉或螺母,每次试验时应完全旋出然后再重新旋入。

试验时应采用合适的螺丝刀或板手施加表 10 所示的扭矩。

不应用猛拧力拧紧螺钉和螺母。

每次拧松螺钉或螺母时,要移动导线。

进行插入式连接试验时,把断路器插进和拔出 5 次。

试验后连接导线不应松动,也不应损害其电气功能。

在试验过程中,螺钉连接件不应松动,并不应有妨碍断路器继续使用的损坏,例如,螺钉断裂或螺钉头的槽、螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏等。

此外,外壳和盖也不应损坏。

表 10 螺钉的螺纹直径和施加的扭矩

螺纹标称直径 mm	扭 矩 Nm		
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
≤2.8	0.2	0.4	0.4
>2.8~≤3.0	0.25	0.5	0.5
>3.0~≤3.2	0.3	0.6	0.6
>3.2~≤3.6	0.4	0.8	0.8
>3.6~≤4.1	0.7	1.2	1.2
>4.1~≤4.7	0.8	1.8	1.8
>4.7~≤5.3	0.8	2.0	2.0
>5.3~≤6.0	1.2	2.5	3.0
>6.0~≤8.0	2.5	3.5	6.0
>8.0~≤10.0	—	4.0	10.0

第Ⅰ栏适用于拧紧时螺钉不露出孔外的无头螺钉以及其他不能用刀口比螺钉直径宽的螺丝刀拧紧的螺钉;

第Ⅱ栏适用于用螺丝刀拧紧的其他螺钉;

第Ⅲ栏适用于用除了螺丝刀以外的其他工具来拧紧的螺钉或螺母。

如果螺钉有一个可用螺丝刀拧紧的带槽六角头,而且第Ⅱ栏和第Ⅲ栏的数值又不一样,试验进行两次。第一次试验对六角头施加第Ⅲ栏规定的扭矩,然后在另一个试品上用螺丝刀施加第Ⅱ栏规定的扭矩。如果第Ⅱ栏和第Ⅲ栏数值相同,则仅用螺丝刀进行试验。

9.5 连接外部铜导线的螺纹型接线端子的可靠性试验

用下列方法检验是否符合 8.1.5 的要求：

——通过直观检查和 9.4 的试验来检验，在进行 9.4 的试验时，接线端子连接一根表 5 规定的最大截面积的硬性铜导线(标称截面积大于 6 mm^2时，采用硬性绞合导线；对其他标称截面，采用实心导线)。

——通过 9.5.1、9.5.2 和 9.5.3 试验来检验，进行这些试验时，应采用合适的螺丝刀或扳手施加表 10 规定的扭矩。

9.5.1 接线端子分别连接表 5 规定的最小和最大截面积的铜导线。实心导线或绞合导线中采用较为不利的一种。

导线插入到接线端子中至规定的最短距离。如果没有规定距离，则插入至刚好从另一边露出为止，并且处于最容易使导线的线丝松脱的位置。

然后用表 10 相应栏目中规定值的三分之二的扭矩拧紧紧固螺钉。

接着对每根导线施加表 11 规定的拉力，单位为 N。施加拉力时不能用冲击力，时间为 1 min，方向为导线的轴向方向。

表 11 拉　　力

接线端子能容纳的导线截面积 mm^2	≤4	≤6	≤10	≤16	≤50
拉力 N	50	60	80	90	100

在试验过程中，接线端子中导线应没有可觉察的移动。

9.5.2 接线端子分别连接表 5 规定的最小和最大截面积的铜导线。实心导线或绞合导线中采用较为不利的一种，用表 10 相应栏目中规定值的三分之二的扭矩拧紧接线端子螺钉。然后拧松接线端子螺钉并对导线可能受到接线端子影响的部分进行检查。

导线应没有过度的损坏或被切断的线丝。

注：如果导线有深的压痕或锐利的压痕，则认为是过度的损坏。

在试验过程中，接线端子不应松动，也不能有妨碍其继续使用的损坏，例如，螺钉断裂或螺钉头的槽、螺纹、垫圈或螺钉夹头损坏。

9.5.3 接线端子连接具有表 12 所示结构的硬性绞合铜导线。

表 12 导线尺寸

被夹紧的标称截面积范围 mm^2	绞合导线	
	根　数	线丝直径 mm
1～2.5*	7	0.67
1～4*	7	0.85
1.5～6*	7	1.04
2.5～10	7	1.35
4～16	7	1.70
10～25	7	2.14
16～35	19	1.53
25～50	19	1.83
* 如果接线端子只用来夹紧实心导线(见表 5)，则不进行本试验。		

在导线插入接线端子之前，对导线的线丝进行适当的整形。

导线插入至接线端子底部或刚好从接线端子另一边露出为止，并处于最容易使导线的线丝松脱的

位置。然后用表10相应栏目中规定值的三分之二的扭矩拧紧紧固螺钉或螺母。

试验后，应没有任何导线的线丝松脱至夹持装置的外面。

9.6 电击保护试验

试品按正常使用安装(见8.1.6的注)并且连接表5规定的最小和最大截面积导线，用图9所示的标准试指进行试验。

标准试指应设计成使每个关节部分只能相对于试指轴线在同一个方向转动90°。

试指施加到人手指可能弯曲到的每个位置上，用一个电气接触的指示器来显示其与带电部件接触。

推荐采用一个灯泡作为接触指示，电压不应低于40 V。

带有热塑性材料外壳或盖的断路器进行下列补充试验，试验在35℃±2℃的周围温度下进行，断路器也处于这个温度下。

用一个与标准试指相同尺寸的无关节的直的试指的顶端对断路器施加75 N的力1 min，对绝缘材料变形可能影响断路器安全的所有部位施加试指，但对敲落孔不进行试验。

在试验过程中，外壳或盖不应变形到带电部件能被无关节试指触及的程度。

对具有不用外壳覆盖的部件的非封闭式断路器用一块金属面板进行试验，并按正常使用条件安装(见8.1.6)。

9.7 介电性能和隔离能力试验

9.7.1 耐潮

9.7.1.1 断路器的试验准备

如果有进线孔，则全部打开；如果有敲落孔，则打开其中一个。

不用工具就能拆卸的部件拆下并与主要部件一起进行潮湿处理，在潮湿处理过程中，弹簧盖保持打开。

9.7.1.2 试验条件

潮湿处理在空气相对湿度保持在91%～95%之间的潮湿箱中进行。

放置试品处的空气温度保持在20℃～30℃之间的任何合适温度T±1℃内。

试品在放入到潮湿箱前，预热到T～T+4℃的温度之间。

9.7.1.3 试验顺序

试品在潮湿箱中保持48 h。

注1：在潮湿箱中放置硫酸钠(Na_2SO_4)或硝酸钾(KNO_3)的饱和水溶液，并使其与箱内空气有一个足够大的接触面，就可获得91%～95%之间的相对湿度。

注2：为了使箱内达到规定的条件，建议确保箱内空气不断循环，并且通常要使用一个绝热的箱子。

9.7.1.4 试验后断路器的状况

在潮湿处理后，试品应无本部分含义内的损坏，并应承受9.7.2和9.7.3的试验。

9.7.2 主电路的绝缘电阻

断路器按9.7.1的规定进行潮湿试验后，经过30 min～60 min的时间间隔，施加约500V的直流电压5s后，并在该电压下依次测量下列部位的绝缘电阻：

a) 断路器处于断开位置，依次对每极的每对接线端子之间(当断路器处于闭合位置时，这些接线端子电气上是连接在一起的)；

b) 断路器处于闭合位置，依次对每极与连接在一起的其他极之间；

c) 断路器处于闭合位置，所有连接在一起的极与框架，包括覆盖在绝缘材料内壳(如果有的话)外表面的金属箔之间；

d) 机构的金属部件与框架之间；

注：为进行此验证，可使用特殊准备的试品。

e) 对具有采用绝缘材料内衬的金属外壳的断路器，框架与覆盖在绝缘材料衬垫，包括套管和类似

装置内表面的金属箔之间。

a)、b)和c)项的测量在所有的辅助电路连接至框架后进行。

术语"框架"包括：

——所有易触及的金属部件和按正常使用安装后易触及的绝缘材料表面覆盖的金属箔；

——安装断路器的基座的表面，必要时覆盖金属箔；

——把基座固定到支架上的螺钉和其他器件；

——安装断路器时必须拆下的盖的固定螺钉以及8.2所指的操作件的金属部件。

如果断路器具有用于保护导线相互连接的接线端子，则该接线端子应连接到框架上。

对于b)项至e)项的测量，金属箔应这样覆盖，使得密封用的化合物(如有的话)也应受到有效的试验。

绝缘电阻应不小于：

——2 MΩ，对a)项和b)项的测量；

——5 MΩ，对其他项的测量。

9.7.3 主电路的介电强度

断路器通过9.7.2试验后，在9.7.2指定的部件之间施加9.7.5规定的试验电压1 min。

试验开始时，施加的电压不大于规定值的一半，然后在5 s内将电压升至规定值。

试验过程中，不应发生闪络或击穿。

无电压降的辉光放电可忽略不计。

9.7.4 辅助和控制电路的介电强度

对于这些试验，主电路应连接到框架上，在下列部位施加9.7.5规定的试验电压1 min：

a) 通常不与主电路连接的所有辅助电路和控制电路连接在一起与断路器的框架之间；

b) 如适用的话，辅助电路和控制电路中可能与其他辅助电路部件隔离的每一个部件与连接在一起的其他部件之间。

9.7.5 试验电压值

试验电压应基本上是正弦波形，频率在45 Hz～65 Hz之间。

试验电压的电源应能输出至少为0.2 A的短路电流。

当输出回路的电流小于100 mA时，变压器的过电流脱扣装置不应动作。

试验电压值应如下：

a) 主电路，预期与主电路连接的辅助电路和控制电路：

——2 000 V，对9.7.2 a)项至d)项；

——2 500 V，对9.7.2 e)项；

b) 制造厂指明的不适合于与主电路连接的辅助电路和控制电路：

——1 000 V，当额定绝缘电压U_i不超过60 V时；

——$2U_i$+1 000 V，最小值1 500 V，当额定绝缘电压U_i超过60 V时。

9.7.6 验证冲击耐受电压(跨越电气间隙和跨越固体绝缘)和断开触头之间的泄漏电流

9.7.6.1 验证断开触头之间的冲击耐受电压(适用于隔离)

对安装在金属支架上的断路器进行试验。

冲击电压由一个冲击电压发生器产生，冲击电压发生器能产生正向和负向冲击电压，前沿时间为1.2 μs；至半值时间为50 μs，允许误差如下：

——峰值：±5%；

——前沿时间：±30%；

——至半值时间：±20%。

试验装置的冲击阻抗应有 500 Ω 的标称值。

调节冲击电压波形时，把被试断路器连接到冲击电压发生器上。为此，应采用合适的分压器和电压传感器。

允许冲击电压波形有小的振荡，只要靠近冲击电压峰值处的振荡辐值小于峰值的 5%。

冲击电压前沿的前半部的振荡辐值允许达到峰值的 10%。

触头在断开位置，对连接在一起的电源接线端子和连接在一起的负载接线端子之间施加符合 IEC 60060-1 中图 6 的 1.2/50 μs 的冲击电压。

施加三次正极性冲击和三次负极性的冲击，同一极性相邻冲击之间的时间间隔至少为 1 s，相反极性冲击之间的时间间隔至少为 10 s。

试验的冲击电压值应按表 3 给出的断路器额定冲击耐受电压相应地在表 13 中选择。试验电压值应按表 13 根据大气压力和/或试验地点的海拔高度修正。

试验过程中，不应发生非故意的击穿放电。

表 13 与断路器的额定冲击耐受电压和试验地点的海拔高度有关的验证适用于隔离的断开触头之间的试验电压

额定冲击耐受电压 U_{imp} kV	在相应海拔时的试验电压 $U_{1.2/50}$ a.c. 峰值 kV				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2.5	3.5	3.5	3.4	3.2	3.0
4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.0

9.7.6.2 对 9.7.6.1 中没有试验的部分验证冲击耐受电压

对安装在金属支架上的处于闭合位置的断路器进行试验。

冲击电压由一个冲击电压发生器产生，冲击电压发生器能产生正向和负向冲击电压，前沿时间为 1.2 μs；至半值时间为 50 μs，允许误差如下：

——峰值：±5%；

——前沿时间：±30%；

——至半值时间：±20%。

试验装置的冲击阻抗应有 500 Ω 的标称值。

调节冲击电压波形时，把被试断路器连接到冲击电压发生器上。为此，应采用合适的分压器和电压传感器。

注 1：对装有浪涌抑制器的断路器，调节冲击电压波形时，不把断路器连接到冲击发生器上。

允许冲击电压波形有小的振荡，只要靠近冲击电压峰值处的振荡辐值小于峰值的 5%。

冲击电压前沿的前半部的振荡辐值允许达到峰值的 10%。

第一组试验冲击电压施加在断路器中连接在一起的相线极和中性极（或电流回路）之间（适用时）。

第二组试验冲击电压施加在连接到保护导体接线端子（如果有的话）的金属支架与连接在一起的相线极和中性极（或电流回路）之间。

在两种情况下，各施加 3 次正向冲击电压和 3 次负向冲击电压，对同一极性相邻冲击之间的时间间隔至少为 1 s，相反极性冲击之间的时间间隔至少为 10 s。

试验的冲击电压值应按表 3 给出的断路器额定冲击耐受电压在表 14 中选择。试验电压值应按表

14 根据大气压力和/或试验地点的海拔高度修正。

试验过程中,不应发生非故意的击穿放电。

然而,如果仅发生一次这样的击穿,可增加施加6次冲击电压,其极性和接线方式与发生击穿放电时的极性和接线方式相同。

不应再发生击穿放电。

注2:词句"非故意击穿放电"用来表示绝缘在电气应力下失效的现象,包括电压降落以及有电流流动等。

表14 验证9.7.6.1中未试部分的冲击耐受电压的试验电压

额定冲击耐受电压 U_{imp} kV	在相应海拔时的试验电压 $U_{1.2/50}$ a.c.峰值 kV				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2.5	2.9	2.8	2.8	2.7	2.5
4	4.9	4.8	4.7	4.4	4.0

9.7.6.3 验证断开触头之间的泄漏电流(适用于隔离)

断路器经过9.12.11.2,或9.12.11.3,或9.12.11.4.2,或9.12.11.4.3的试验后,处在断开位置,对其每极施加1.1倍的额定工作电压。

测量流过断开触头之间的泄漏电流并不应超过2 mA。

9.8 温升试验及功耗测量

9.8.1 周围空气温度

在试验周期的最后四分之一时间内,应至少用两只温度计或热电偶对称地分布在断路器周围,高度约为断路器高度的一半,距断路器约1m的地方测量周围空气温度。

温度计或热电偶应免受对流和辐射热的影响。

9.8.2 试验程序

在任何合适的电压下对断路器的所有极同时通以等于I_n的电流,通电时间应足以使温升达到稳态值或至约定时间(两者中取较长时间者)。

实际上,当每小时温升变化不超过1 K时,即达到了稳态条件。

对于带有三个保护极的四极断路器,先只对三个保护极通以规定的电流进行试验。

然后,对连接中性线的极和相邻的保护极通以同样的电流进行重复试验。

在试验过程中,温升不应超过表6所示的值。

9.8.3 测量部件的温度

表6提及的各部件的温度应用细线热电偶或等效的工具在最可接近最热点的位置上测量。

热电偶与被测部件的表面之间应保证有良好的热传导性。

9.8.4 部件的温升

部件的温升是该部件按9.8.3测得的温度与按9.8.1测得的周围空气温度之差。

9.8.5 功耗测量

在不低于30 V的电源电压下及基本上为电阻性的电路中,对断路器的每极通以等于I_n的交流电流。

注1:经制造厂同意,可使用小于30 V的试验电压值。

根据在稳态条件下测量的相应接线端子之间的电压降计算出的每极功耗不应超过表15给定值。

注2:只要本条款的试验条件能够满足,可在温升试验时测量电压降。

表 15 每极最大功耗

额定电流范围 I_n A	每极最大功耗 W
$I_n \leqslant 10$	3
$10 < I_n \leqslant 16$	3.5
$16 < I_n \leqslant 25$	4.5
$25 < I_n \leqslant 32$	6
$32 < I_n \leqslant 40$	7.5
$40 < I_n \leqslant 50$	9
$50 < I_n \leqslant 63$	13
$63 < I_n \leqslant 100$	15
$100 < I_n \leqslant 125$	20

9.9 28 天试验

在 9.2 的试验条件下，对断路器进行 28 天试验，每一个试验周期由 21 h 至少在 30 V 的开路电压下通以额定电流和 3 h 不通电流组成。

断路器处于闭合位置，用一个辅助开关接通和断开电流。在本试验过程中，断路器不应脱扣。

在最后一个流过电流期间，应测量接线端子的温升。

温升不应超过温升试验（见 9.8）的测量值 15 K。

紧接着测量温升后，在 5 s 内将电流稳定地升至约定脱扣电流值。

断路器应在约定的时间内脱扣。

9.10 脱扣特性试验

本试验是验证断路器是否符合 8.6.1 的要求。

9.10.1 时间-电流特性试验

9.10.1.1 从冷态开始（见表 7），对所有极通以等于 $1.13I_n$ 的电流（约定不脱扣电流）至约定时间（见 8.6.1 和 8.6.2.1）。

断路器不应脱扣。

然后在 5 s 内把电流稳定地升至 $1.45I_n$（约定脱扣电流）。

断路器应在约定时间内脱扣。

9.10.1.2 从冷态开始，对所有极通以等于 $2.55I_n$ 的电流。

断开时间应不小于 1s 也不大于：

——60 s（对额定电流小于等于 32 A）；

——120 s（对额定电流大于 32 A）。

9.10.2 瞬时脱扣和触头正确断开试验

9.10.2.1 一般试验条件

对 9.10.2.2、9.10.2.3 和 9.10.2.4 的各个试验电流的下限值，在任何合适电压下进行一次试验。

对试验电流的上限值，在额定电压 U_n（相线对中性线）下进行试验，功率因数在 0.95 和 1 之间。

操作程序为：

O-t-CO-t-CO-t-CO

间隔时间 t 如 9.12.11.1 的规定。

测量“O”操作的脱扣时间。

每次操作后，指示装置应显示触头的断开位置。

9.10.2.2 对于B型断路器

从冷态开始,对所有极通以等于 $3I_n$ 的电流。

断开时间应不小于0.1 s。

然后再从冷态开始,对所有极通以等于 $5I_n$ 的电流。

断路器应在小于0.1 s时间内脱扣。

9.10.2.3 对于C型断路器

从冷态开始,对所有极通以等于 $5I_n$ 的电流。

断开时间应不小于0.1 s。

然后再从冷态开始,对所有极通以等于 $10I_n$ 的电流。

断路器应在小于0.1 s时间内脱扣。

9.10.2.4 对于D型断路器

从冷态开始,对所有极通以等于 $10I_n$ 的电流。

断开时间应不小于0.1 s。

然后再从冷态开始,对所有极通以等于 $20I_n$ 或最大瞬时脱扣电流(见第6章的j)项)的电流。

断路器应在小于0.1 s时间内脱扣。

9.10.3 单极负载对多极断路器脱扣特性影响的试验

在8.6.3.1规定的条件下,通过对按9.2接线的断路器进行试验来验证是否符合要求。

断路器应在约定时间内脱扣(见8.6.2.1)。

9.10.4 周围温度对脱扣特性的影响试验

通过下列试验来检验其是否符合要求。

a) 断路器放置在比周围空气基准温度低(35±2)K的周围温度下,直至其达到稳态温度。

对断路器所有极通以等于 $1.13I_n$(约定不脱扣电流)的电流至约定时间,然后在5 s内把电流稳定地增加至 $1.9I_n$。

断路器应在约定时间内脱扣。

b) 断路器放置在比周围空气基准温度高(10±2)K的周围温度下,直至达到稳态温度。

对断路器所有极通以等于 I_n 的电流。

断路器不应在约定的时间内脱扣。

9.11 机械和电气寿命试验

9.11.1 一般试验要求

断路器应按9.2的规定固定在金属支架上,除非该断路器是设计成安装在独立的外壳中,在这情况下,断路器应按相应的要求进行安装。

试验在额定电压下用串联连接在负载端的电阻器和电抗器调节至额定电流的电流进行试验。

如果使用空心电抗器,每个电抗器应并联连接一个电阻器,流过电阻器的电流约为流过电抗器电流的0.6%。

电流应基本上为正弦波;功率因数应在0.85～0.9之间。

对于单极断路器和带两个保护极的二极断路器,在总操作次数的前一半次数,金属支架应接至电源的一侧,而在另一半操作次数中接至电源的另一侧。

对于带一个保护极的二极断路器,金属支架应接至电源的中性极上。

对于额定电压230/400 V的单极断路器,试验应在较低的电压下进行。

断路器应用表9规定的适当尺寸的导线接至电路。

9.11.2 试验程序

断路器应在额定电流下经受4 000次操作循环。

每次操作循环包括一次接通操作和紧接着的一次分断操作。

对于额定电流小于等于32A的断路器,操作频率应为每小时240次操作循环。在每一次操作循环中,断路器应保持在断开位置至少13 s。

对于额定电流大于32A的断路器,操作频率应为每小时120次操作循环。在每一次操作循环中,断路器应保持在断开位置至少28 s。

断路器应按正常使用条件进行操作。

应注意:

——试验装置不能损坏被试断路器;

——被试断路器操作件的自由运动不受到阻碍;

——被试断路器的操作件不会过度地影响试验装置操作件的速度。

如果断路器是有关人力操作,在驱动过程中,应以(0.1 ±0.025) m/s的操作速度操作断路器。该速度应在试验装置的操作件接触到被试断路器操作件末端时并在该位置进行测量。对旋钮式操作件,其角速度应基本上与上述条件相当,即被试断路器操作件末端处的速度与上述速度相当。

9.11.3 试验后断路器的状况

在9.11.2试验后,试品不应有下列现象:

——过度磨损;

——动触头位置和指示装置相应位置不一致;

——外壳损坏至能被试指触及带电部件(见9.6);

——电气或机械连接松动;

——密封化合物渗漏。

此外,断路器还应符合9.10.1.2的试验要求,并且经受9.7.3规定的介电强度试验,但是试验电压要比9.7.5规定的电压值低500 V,试前不经过潮湿处理。

9.12 短路试验

9.12.1 一般要求

验证短路性能的标准试验由适用于被验证性能的接通操作和分断操作顺序组成,这些试验汇总列于表16。

所有的断路器应按9.12.11.2在500 A电流或$10I_n$电流下进行试验,两者中取较大值;以及按9.12.11.3在1 500 A下进行试验。

额定短路能力大于1 500 A的断路器还要增加进行下列试验:

——按9.12.11.4.2和9.12.12.1在运行短路(分断)能力(见3.5.5.2)下进行试验;运行短路能力是额定短路能力乘以一个系数K得出,系数K见表18;

——如果系数K小于1,按9.12.11.4.3和9.12.12.2在额定短路能力(见5.2.4)下进行试验,此时应使用新的试品进行该试验。

表16 短路试验的适用性

试验种类	被试断路器	按分条款在短路试验后验证
在低短路电流下试验(9.12.11.2.1)	所有断路器	9.12.12.1
验证适用于IT系统的试验(9.12.11.2.2)	除了额定电压为120 V或120/240 V以外的所有断路器	
在1 500A下试验(9.12.11.3)	所有断路器	
运行短路能力试验(9.12.11.4.2)	I_{cn}>1 500A的断路器	9.12.12.1
额定短路能力试验(9.12.11.4.3)		9.12.12.2

9.12.2 试验量值

所有关于验证额定短路能力的试验应按制造厂根据本部分的有关表格中规定的量值进行。

施加的电压值必须能产生规定的工频恢复电压。

工频恢复电压值(见3.5.8.2)应等于被试断路器额定电压值的105%。

——对具有两种额定电压值的单极断路器(例如230/400 V),按9.12.11.4.2中的d)项、9.12.11.4.3中的b)项和9.12.11.2.2进行试验时,其工频恢复电压应是较高值(如400 V)的105%,对于9.12的其他试验,其工频恢复电压应是较低值(如230 V)的105%。

——对于具有两种额定电压值的二极断路器(例如120/240 V),按9.12.11.2进行试验时,其恢复电压应是较低值(如120 V)的105%,对于9.12的其他试验,其恢复电压应是较高值(如240 V)的105%。

注:可认为额定电压的105%(±5%)的电压值包括了正常运行情况下系统电压变化的影响,制造厂同意时,上限值可以增加。

9.12.3 试验量的允许误差

如果试验报告中记录的有效值与规定值之差在下列允许误差范围内,则认为该试验是有效的:

——电流:$^{+5}_{0}$%;

——电压(包括恢复电压):±5%;

——频率:±5%。

9.12.4 短路性能的试验电路

图3至图6分别给出了有关试验的电路图:

——单极断路器(图3);

——带一个保护极的二极断路器(图4a);

——带两个保护极的二极断路器(图4b);

——三极断路器(图5);

——四极断路器(图6)。

阻抗Z和Z_1的电阻和电抗应可调节以满足规定的试验条件。电抗器应优先采用空心电抗器,它们应始终与电阻器串联,其电抗值由几个独立的电抗器串联得到。当电抗器时间常数基本上相同时,也允许它们并联连接。

因为包括空心电抗器的试验电路的瞬态恢复电压(见3.5.8.1)特性不能代表常用的运行状况,每相的空心电抗器应并联一个电阻器,流过电阻器的电流约为流过电抗器电流的0.6%。

如果采用铁心电抗器,则这些电抗器的铁心损耗功率不应超过与空心电抗器并联的电阻器所吸收的损耗功率。

试验电路中应有一点并且只有一点接地。这点可以是试验电路的短路连接点,或者是电源的中性点或者其他任何合适的点。在任何情况下,接地方式应在试验报告中说明。

在每个验证额定短路能力的试验电路中,阻抗Z接在电源S和被试断路器之间。

当进行试验时的电流小于额定短路分断能力时,应在断路器的负载端接入附加阻抗Z_1。

对额定短路能力和运行短路能力试验,断路器的每极应连接一根长为0.75 m的电缆,其截面积为表5中与额定电流相对应的最大截面积。

注:建议被试断路器的电源端连接0.5 m的电缆,负载端连接0.25 m电缆。

电阻约为0.5 Ω的电阻器R_2与铜丝F串联并按下列方式连接:

——对于图3和图4a,接在金属支架和选择开关P之间:约为断路器操作次数的一半次数,选择开关处在两个位置中的一个位置,而另一半操作次数处于另一个位置;

——对于图4b、图5和图6的电路,接在金属支架和电源中性线之间。

铜丝F的长度应至少为50 mm,并且:

——对安装在金属支架上,在大气中进行试验的断路器,直径为0.1 mm;

——对在制造厂规定的最小的独立外壳里进行试验的断路器,直径为0.3 mm。

电阻器 R_1 连接到断路器的电源侧并接在调节预期电流至额定短路能力的阻抗和断路器之间，每相电阻器 R_1 流过的电流为 10 A。

9.12.5 试验电路的功率因数

试验电路每相的功率因数应根据认可的方法来确定，并应在试验报告中说明，附录 A 给出了两个示例。

多相电路的功率因数为每相功率因数的平均值。

功率因数范围如表 17 所示。

表 17 试验电路的功率因数范围

试验电流 I_{cc} A	相应的功率因数范围
$I_{cc} \leqslant 1\ 500$	0.93～0.98
$1\ 500 < I_{cc} \leqslant 3\ 000$	0.85～0.90
$3\ 000 < I_{cc} \leqslant 4\ 500$	0.75～0.80
$4\ 500 < I_{cc} \leqslant 6\ 000$	0.65～0.70
$6\ 000 < I_{cc} \leqslant 10\ 000$	0.45～0.50
$10\ 000 < I_{cc} \leqslant 25\ 000$	0.20～0.25

9.12.6 I^2t 和峰值电流(I_P)的测量及验证

在 9.12.11.2、9.12.11.3 和 9.12.11.4 试验过程中应测量 I^2t 和 I_P 值。

断路器在三相电路中试验时，应在每个极测量 I^2t 值。

测得的最大 I^2t 值应记录在试验报告上，并且不应超过制造厂声明的相应的 I^2t 特性值。

9.12.7 试验电路的校正

9.12.7.1 为了校正试验电路，在图 3 至图 6 所示的位置上连接与试验电路相比阻抗可忽略不计的连接线 G。

9.12.7.2 为了在表 17 规定的相应的功率因数下获得等于断路器额定短路能力的预期电流，在连接线 G 的电源侧接入阻抗 Z。

9.12.7.3 为了获得低于断路器额定短路能力的试验电流，如图 3 至图 6 所示，在连接线 G 的负载侧接入附加阻抗 Z_1。

9.12.8 示波图说明

9.12.8.1 确定外施电压和工频恢复电压

外施电压和工频恢复电压如图 7 所示根据被试断路器断开操作“O”(见 9.12.11.1)相应的示波图来确定和估算。应在所有极电弧熄灭后并且高频现象衰减后的第一个周期间测量电源侧的电压。

9.12.8.2 确定预期短路电流

预期电流的交流分量可看作等于校正电流交流分量有效值(相应于图 7 中 A_2 值)。

如果适用时，预期短路电流应是各相预期电流的平均值。

9.12.9 被试断路器的试验条件

断路器应按 9.12.9.1 在大气中进行试验，除非它们设计成只能用于制造厂规定的外壳中或只能在单独的外壳中使用。在这种情况下，它们应按 9.12.9.2 进行试验，或经制造厂同意，按 9.12.9.1 进行试验。

注：单独的外壳是设计成只能安装一个断路器的外壳。

应尽可能地模拟正常闭合操作条件，用手动方式或试验装置来操作断路器。

应注意：

——试验装置不能损坏被试断路器；

——被试断路器操作件的自由运动不受到阻碍；

——被试断路器的操作件不会过度地影响试验装置操作件的速度。

应制造厂要求，如果断路器是有关人力操作，在驱动过程中，应以(0.1 ±0.025) m/s 的操作速度操作断路器。该速度应在试验装置的操作件接触到被试断路器操作件并在该位置进行测量。对旋钮式操作件，其角速度应基本上与上述条件相当，即被试断路器操作件末端处的速度与上述速度相当。

9.12.9.1 在大气中试验

被试断路器按图 H.1 所示的要求安装。

只有在断开操作(O)时，把附录 H 所规定的聚乙烯薄膜和绝缘材料档板按图 H.1 放置。

附录 H 所规定的栅格应这样放置，使得大部分发射出来的游离气体通过栅格，栅格应放置在最不利的位置。

注：如游离气体排气孔的位置不明显，或者没有排气孔，应由制造厂提供适当的说明资料。

栅格电路(见图 H.3)应连接到图 3 至图 6 的试验电路图中所示的 B 和 C 点，但是对于额定电压为 230/400 V 的单极断路器的试验，栅格电路应连接在相与相之间，即边接至图 3 所示试验电路的 B 和 C′点 。

电阻器 R′电阻值为 1.5 Ω。铜丝 F′(见图 H.3)长度应为 50 mm，对额定电压为 230 V 的断路器，铜丝直径为 0.12 mm，对额定电压为 400 V 或 230/400 V 的断路器，直径为 0.16 mm。

对额定电压为 120 V 或 120/240 V 的断路器，电阻器 R′电阻应为 7.5 Ω，铜丝直径应为 0.12 mm。

试验电流小于或等于 1 500 A 时，距离“*a*”应为 35 mm。

对较高的直至 I_{cn} 的短路电流，距离“*a*”可以增加。此时“*a*”，应从(40-45-50-55……) mm 系列中选取并由制造厂规定。

对于试验电流大于 1 500 A 的试验，为使距离“*a*” 较小而增加的任何挡板或绝缘装置也应由制造厂规定。

9.12.9.2 在外壳中试验

试验时应把断路器放置在结构最不利的外壳中，在最不利的条件下进行。不用图 H.1 所示的栅格和绝缘材料挡板。

注：这表示如果在放置栅格的方向通常安装其他断路器(或其他电器)，则这些断路器 (或其他电器)应安装在那里，并按正常使用供电，但是经过 9.12.9.1 规定的 F′和 R′并按图 3、图 4a、图 4b、图 5 或图 6 中合适的试验电路连接。

根据制造厂的说明，可能需要用挡板或其他装置，或足够的电气间隙来防止电离气体影响装置。

只有在 O 操作时，把附录 H 所述的聚乙烯薄膜按图 H.1 所示放置在距离操作件 10 mm 的地方。

9.12.10 短路试验时断路器的状况

在 9.12.11.2 或 9.12.11.3 或 9.12.11.4 的操作过程中，断路器不应对操作者产生危害，并且不把断路器从试验装置上拆下并经过 9.12.11.1 规定的时间 *t* 后，应允许重新闭合断路器。

不采用附加的放大手段，用正常的或校正的视力进行观察，聚乙烯薄膜应无可见的洞。

此外，应没有持续燃弧，极与极之间或极与框架之间不应闪络，熔丝 F 和熔丝 F(适用时)不应熔断。

9.12.11 试验程序

9.12.11.1 概述

试验程序由一个操作顺序组成。

确定操作顺序时，采用了下列的符号：

O 表示一次断开操作；

CO 表示一次闭合操作以及紧接着一次自动断开；

t 表示两次连续的短路操作之间的时间间隔，这时间间隔应是 3 min 或为允许断路器重新闭合，热过电流脱扣器可能需要的更长的时间。这更长的时间应由制造厂指定。

t 的实际值应在试验报告中说明。如果在经过制造厂指定的时间后试品还不允许重新闭合，则认为试验失败。

电弧熄灭后，恢复电压保持时间应不小于 0.1 s。

9.12.11.2 **在低短路电流下试验**

9.12.11.2.1 **对所有断路器的试验**

调节附加阻抗 Z_1（见 9.12.7.3）以便在 0.93 和 0.98 之间的功率因数得到 500 A 或 $10I_n$ 的电流，两者中取较大的值。

断路器的每个保护极分别在图 3 所示接线方式的电路中进行试验。

断路器自动断开 9 次，用辅助开关 A 闭合试验电路 6 次，3 次由断路器本身闭合。

操作顺序应是：

O-t-O-t-O-t-O-t-O-t-O-t-CO-t-CO-t-CO

试验时，辅助开关 A 与电压波形同步，以便使断开操作的 6 个起始点均匀地分布在半个波形上，允许误差±5°。

9.12.11.2.2 **对额定电压为 230 V 或 240 V 或 230/400 V 的断路器，验证是否适合于在 IT 系统中使用的短路试验**

调节附加阻抗 Z_1（见 9.12.7.3）以便在 0.93 和 0.98 之间的功率因数及较大额定电压的 105%的电压下，得到 500A 或表 2 规定的瞬时脱扣标准范围上限值的 1.2 倍的电流，两者中取较大的值但不超过 2 500 A。

对瞬时脱扣值超过 $20I_n$ 的断路器，调节阻抗得到制造厂声明的瞬时脱扣上限值的 1.2 倍的电流，而不考虑 2 500A 的极限值。

单极断路器和多极断路器的每个保护极分别在图 3 所示接线方式的电路中进行试验，其中连接线 N 应用相线连接线代替。

操作顺序应是：

O-t-CO

对第一个保护极的“O”操作，辅助开关 A 与电压波形同步，以便在该操作波形的 0°处闭合电路。

对接下来其他被试保护极的“O”操作（见 C.2），每次接通电路的点相对于前次试验波形上的点移相 30°，允许误差±5°。

9.12.11.3 **在 1 500 A 电流下试验**

对额定短路能力为 1 500 A 的断路器按 9.12.7.1 和 9.12.7.2 调节试验电路，以便在表 17 相应于该电流的功率因数下得到 1 500 A 的电流。

对额定短路能力大于 1 500 A 的断路器，按 9.12.7.1 和 9.12.7.3 在表 17 相应于 1 500 A 的功率因数下调节试验电路。

单极断路器在图 3 所示的电路中进行试验。

带一个保护极的二极断路器在图 4a 所示的电路中进行试验。

带两个保护极的二极断路器在图 4b 所示的电路中进行试验。

三极断路器和带三个保护极的四极断路器分别在图 5 和图 6 所示的电路中进行试验。

对三极断路器，在电源的中性线和断路器负载侧的公共点（如果有）之间没有连接。

对带三个保护极的四极断路器，电源的中性线通过无保护极或可开闭的中性极连接到断路器负载侧的公共点上。

如果制造厂没有标志四极断路器的中性极，则要用三个新的试品重复进行试验，依次把每个极作为中性极。

对单极和二极断路器的试验，辅助开关 A 与电压波形同步以便使六个起始点均匀地分布在半个波形上，允许误差±5°。

除了额定电压为230/400 V的单极断路器以外，操作顺序应按9.12.11.2的规定。额定电压为230/400 V的单极断路器在6次“O”操作后只进行2次“CO”操作。然后，这些断路器在适用于三极断路器的试验电路(图5)的每相中接入一个断路器同时进行一次“O”操作，辅助开关接通短路不需要同步。

对三极和四极断路器，在电压波形上任何点进行试验均可。

9.12.11.4 大于1 500A的试验

9.12.11.4.1 运行短路能力与额定短路能力之间的比值 K

运行短路能力与额定短路能力之间的比值 K 应按表18的规定。

表18 运行短路能力(I_{cs})与额定短路能力(I_{cn})之间的比值系数 K

I_{cn}	K
$I_{cn} \leqslant 6\ 000$ A	1
$6\ 000\ \text{A} < I_{cn} \leqslant 10\ 000$ A	0.75[a]
$I_{cn} > 10\ 000$ A	0.5[b]

[a] I_{cs}的最小值：6 000 A。

[b] I_{cs}的最小值：7 500 A。

9.12.11.4.2 运行短路能力(I_{cs})试验

a) 试验电路按9.12.7.1和9.12.7.3调整，功率因数符合表17。

三台试品在9.12.11.3规定的相关的试验电路中进行试验。

当被试断路器的电源接线端和负载接线端没有标志时，两个试品按一个方向接线而第三个试品按另一个方向接线。

b) 对于单极和二极断路器，操作顺序如下：

O-t-O-t-CO

“O”操作时，辅助开关A与电压波形同步，使第一个试品的“O”操作在电压波形的0°处闭合电路。

然后，接通点移位45°进行第一台试品的第二次“O”操作；对第二台试品，两次“O”操作应与15°和60°同步而第三台试品与30°和75°同步。

同步允许误差为±5°。

对于二极断路器，应用相同的极作为同步信号的基准。

试验程序如表19所示。

表19 单极和二极断路器 I_{cs} 的试验程序

操作序号	试品序号		
	1	2	3
1	O(0°)	O(15°)	O(30°)
2	O(45°)	O(60°)	O(75°)
3	CO	CO	CO

c) 对于三极和四极断路器，操作顺序如下：

O-t-CO-t-CO

“O”操作时，辅助开关A与电压波形同步，使第一个试品的“O”操作在电压波形的任何一点(X°)处闭合电路。

然后，这点移位60°进行第二个试品的“O”操作。再移位60°进行第三个试品的“O”操作。

同步允许误差应为±5°。对不同的试品，采用相同的极作为同步信号的基准。

试验程序如表20所示。

表 20 三极和四极断路器 I_{cs} 的试验程序

操作序号	试品序号		
	1	2	3
1	O($X°$)	O($X°$+60°)	O($X°$+120°)
2	CO	CO	CO
3	CO	CO	CO

d) 对于额定电压为 230/400 V 的单极断路器，要增加一组（三台）试品在图 5 所示的电路里进行试验。

在该试验电路的每一相中接入一个试品，辅助开关 A 接通短路时不需要同步。

在电源的中性线与断路器负载端的公共点之间不应有连接。

试验程序如表 21 所示。

注：在本试验期过程中，不需要测量 I^2t 的值。

表 21 额定电压 230/400 V 的单极断路器三相试验时 I_{cs} 试验程序

操作序号	试品序号		
	1	2	3
1	O	O	O
2	—	CO	O
3	O	—	CO
4	CO	O	—

9.12.11.4.3 **额定短路能力试验(I_{cn})**

a) 试验电路按 9.12.7.1 和 9.12.7.2 调整。

三台试品在 9.12.11.3 规定的相关试验电路中进行试验。

当被试断路器的电源接线端和负载接线端没有标志时，两个试品按一个方向接线而第三个试品按相反方向接线。

操作顺序如下：

O-t-CO

“O”操作时，辅助开关 A 与电压波形同步，使第一个试品的“O”操作在电压波形的 15°处闭合电路。

然后，这点移位 30°进行第二个试品的“O”操作，再移位 30°进行第三个试品的“O”操作。

同步允许误差应为±5°。

对多极断路器，采用相同的极作为同步信号的基准。

试验程序如表 22 所示。

表 22 I_{cn} 试验程序

操作序号	试品序号		
	1	2	3
1	O(15°)	O(45°)	O(75°)
2	CO	CO	CO

b) 对于额定电压为 230/400 V 的单极断路器，要增加一组（四台）试品在图 5 所示的电路里进行试验。

其中三台试品分别接在试验电路的每一相中，辅助开关 A 接通短路时不需要同步。

电源的中性线与断路器负载端的公共点之间不应有连接。

试验程序如表 23 所示。

在对表 23 中序号 1 的试品进行了第二次“O”操作后，应用第四台试品取代该试品。

注：在本试验期过程中，不需要测量 I^2t 的值。

表 23　额定电压 230/400 V 的单极断路器三相试验时 I_{cn} 的试验程序

操　作	试　品　序　号			
	1	2	3	4
1	O	O	O	—
2	O	CO	—	—
3	—	—	CO	O

9.12.12　短路试验后验证断路器

9.12.12.1　在低短路电流，1 500 A 和运行短路能力试验后验证

在 9.12.11.2、9.12.11.3 或 9.12.11.4.2 试验后，断路器不应有妨碍其继续使用的损坏，不经维修，应能承受下列试验：

a)　按 9.7.6.3 断开触头之间的泄漏电流。

b)　在短路试验后 2 h～24 h 之间进行 9.7.3 的介电强度试验，但其试验电压比 9.7.5 的规定值低 500 V，试前不进行潮湿处理。

在上述试验过程中，在按 9.7.2 中项 a)规定的条件进行试验后，应验证指示装置指示在断开位置，而在按 9.7.2 中项 b)规定的条件进行试验时，指示装置应指示在闭合位置。

c)　此外，在 9.12.11.3 或 9.12.11.4.2 试验后，当断路器的所有极从冷态开始通以等于 0.85 倍约定不脱扣电流的电流至约定的时间，断路器不应脱扣。

在本验证结束时，电流在 5 s 内稳定地增加到 1.1 倍的约定脱扣电流。

断路器应在约定的时间内脱扣。

9.12.12.2　在额定短路能力试验后验证

在 9.12.11.4.3 的试验后，不采用附加的放大手段，用正常的或校正的视力进行观察，聚乙烯薄膜应无可见的洞。断路器不应有妨碍其继续使用的损坏，并且不经维修，应能承受下列试验：

a)　按 9.7.6.3 断开触头之间的泄漏电流。

b)　在短路试验后 2h～24h 之间进行 9.7.3 的介电强度试验，试验电压为 900 V，试前不进行潮湿处理。

　　在上述试验过程中，在按 9.7.2 中项 a)规定的条件进行试验后，应验证指示装置指示在断开位置，而在按 9.7.2 中项 b)规定的条件进行试验时，指示装置应指示在闭合位置。

c)　此外，当断路器的所有极通以等于 $2.8I_n$ 的电流时，断路器应在表 7 相应于试验 c 的时间内脱扣，时间的下限值 1 s 用 0.1 s 替代。

表 23 中序号 1 的试品不进行本条款的验证，但仍应符合 9.12.10 的要求。

9.13　机械应力

9.13.1　机械冲击

9.13.1.1　试验装置

用图 8 所示的装置对断路器进行机械冲击试验。

把一块木质基座 A 固定在混凝土基座上，用铰链把一个木平台 B 连接在基座 A 上。这平台上放一块木板 C，木板 C 能固定在两个垂直位置并离绞链不同距离的地方。

平台 B 的端部有一个金属止动板 D，它靠在一个弹性常数 c 为 25N/mm 的螺旋形弹簧上。

把断路器固定在垂直板上，使试品的水平轴线至平台 B 的距离为 180 mm，垂直板按图所示，依次固定在使安装平面至铰链的距离为 200 mm 的地方。

在木板 C 上安装断路器平面的反面，固定一个附加的配重，使得作用在金属止动板上的静力为 25N，以保证整个系统的惯量基本上不变。

9.13.1.2　试验程序

断路器处在闭合位置，但不接任何电源，把工作平台的自由端升高，然后从 40 mm 的高度落下 50

次，相邻二次落下的时间间隔应能使试品静止。

然后，把断路器固定到垂直板 C 的反面，平台再按上述要求落下 50 次。

在这试验后，把垂直板绕着其垂直轴线转过 90°，如有必要，可将其重新定位，使断路器的垂直对称轴线离铰链 200 mm。

然后如前所述，把断路器固定在垂直板的一面，将平台落下 50 次，接着把断路器固定在另一面再将平台落下 50 次。

在每次变换位置前，用手动操作断开和闭合断路器。

在试验过程中断路器不应断开。

9.13.2 耐机械应力和撞击

对所有型式的断路器，按正常使用（见 8.1.6 的注）安装，在正常使用中可能遭受到机械撞击的外露部件用 9.13.2.1 的试验来校核是否符合要求。此外，还要进行下列规定的试验来检验：

——对螺旋式断路器，进行 9.13.2.2 的试验；

——对预期安装在安装轨上的断路器以及所有类型的平面安装的插入式断路器，进行 9.13.2.3 的试验；

——对断路器的位置保持仅与其插入连接有关的插入式断路器，进行 9.13.2.4 的试验。

对预期只是完全封闭起来使用的断路器不进行本试验。

9.13.2.1 用图 10 至图 14 所示的撞击试验装置对试品进行撞击试验。

撞击元件的头部有一个半径为 10 mm 的半球形面，由洛氏硬度为 HR100 的聚酰胺制成。

撞击元件的质量为(150±1)g 并被刚性地固定在一根外径为 9 mm，壁厚为 0.5 mm 的钢管下端，钢管的上端用枢轴固定，使其只能在一个垂直平面内摆动。

枢轴的轴线在撞击元件轴线上方(1 000±1) mm 处。

确定撞击元件头部聚酰胺的洛氏硬度时，采用下列条件：

——球的直径：(12.7±0.002 5) mm；

——起始载荷：(100±2) N；

——过负荷：(500±2.5) N。

注 1：关于确定塑料洛氏硬度的补充说明见 ISO 2039/2。

试验装置应这样设计，使得要保持钢管在水平位置，必须在撞击元件的前面施加一个 1.9 N～2.0 N的力。

平面安装式的断路器安装在一块 175 mm×175 mm，厚为 8 mm 的层压板上，层压板的上下两边固定在如图 12 所示的作为安装支架一部分的刚性托架上。

安装支架的质量应为(10±1) kg，并应用枢轴安装在一个刚性框架上。

框架固定在实心墙上。

嵌入式断路器安装一个如图 13 所示的试验装置上，该装置固定在图 12 所示的安装支架上。

配电板安装式断路器安装在一个图 14 所示的试验装置上，该装置固定在图 12 所示的安装支架上。

插入式断路器与其插入式连接合适的装置成套安装，该装置固定在平面安装式的层压板上，或固定在图 13 适用于嵌入式的装置上或图 14 适用于配电板式的装置上(适用时)。

螺旋式断路器安装在其相应的基座上，该基座固定在厚 8 mm，175 mm×175 mm 的层压板制成的安装板上。

螺钉固定的断路器用螺钉固定。

轨道安装式断路器安装在其相应的轨道上。

对可用螺钉固定又可轨道安装的断路器，试验时应用螺钉固定。

试验装置的设计是这样的：

——试品能在水平方向移动，并能绕着一根垂直于层压板表面的轴线转动；

——层压板能绕一根垂直轴线转动。

断路器连同它的盖(如果有的话)按正常使用安装在层压板上或合适的试验装置上,使撞击点位于通过摆的枢轴轴线的垂直平面上。

把不是敲落孔的电缆进线孔打开,如果它们是敲落孔,则打开其中二只。

在施加撞击前,用表10规定值三分之二的扭矩把基座、盖子和类似部件的固定螺钉拧紧。

撞击元件从10 cm的高度落到按正常使用安装时断路器外露的表面上。

撞击元件下落的高度是摆释放时测量点的位置与撞击瞬间该点位置之间的垂直距离。

测量点是撞击元件表面的一点,该点是通过摆的钢管的轴线与撞击元件轴线的交点并垂直于该两轴线构成的平面的直线与撞击元件表面的交点。

注2:从理论上讲,撞击元件的重心应为测量点。但由于确定重心较困难,所以校测量点按上述规定选择。

每个断路器承受10次撞击,其中两次施加在操作件上,其余几次应均匀地分布在试品易遭受撞击的部件上。

对敲落孔的部位或任何透明材料覆盖的孔不进行撞击。

通常,把试品绕一根垂直轴线尽可能地转过一个角度,但不超过60°,在试品的每个侧面施加一次撞击,而另外两次撞击施加在试品的侧面撞击点和操作件撞击点之间近似中间的位置。

然后,把试品绕着垂直于层压板的轴线转过90°以后,用同样的方法对其施加余下的撞击。

如果试品有电缆进线孔或敲落孔,试品的安装应使得撞击点的两根连线尽可能与这些孔等距。

对操作件应施加两次撞击:一次操作件处于闭合位置而另一次操作件处于断开位置。

试验后,试品应无本部分含义内的损坏,尤其是碎裂后易触及带电部件或妨碍断路器继续使用的盖、操作件、绝缘材料衬垫或隔板以及类似的部件不应有这样的损坏。

如果有疑问时,可验证在不损坏外壳和盖这些外部零件或它们的衬垫的情况下,可以拆卸和更换这些部件。

注3:外观损坏,不导致爬电距离或电气间隙减少到小于8.1.3规定值的小的压痕以及不会对电击保护产生有害影响的小的碎片可忽略不计。

9.13.2.2 螺旋式断路器旋入一个适当的基座上,施加2.5 Nm的扭矩,历时1 min。

试后,试品不应有妨碍其继续使用的损坏。

9.13.2.3 用于安装在安装轨上的断路器按正常使用安装在一根刚性地固定在垂直刚性墙的安装轨上,但是不接电缆也没有任何盖或盖板。

用于平面安装的插入式断路器与其插入式连接合适的装置成套安装,但是不接电缆也没有任何盖板。

在断路器的正面施加一个垂直向下的50 N的力1 min,施加时不用冲击力,紧接着再施加一个垂直向上的50N的力1 min(图15)。

在试验过程中,断路器不应松动,而且试验后,断路器不应有妨碍其继续使用的损坏。

9.13.2.4 其位置保持只与其插入连接有关的插入式断路器,与适当的插入式基座成套安装在垂直刚性墙上,不接电缆也没有任何盖板。

在插入连接之间等距离的部位对断路器部分施加20 N的力,施加时不用冲击力(参见图17)。

在试验过程中,断路器部分不应松动并不应从基座上移动。试验后,两个部分都不应有妨碍其继续使用的损坏。

9.14 耐热试验

9.14.1 把试品的可拆卸的盖子(如果有的话)拿掉,放在温度为(100±2)℃的加热箱中保持1 h;可拆卸的盖子(如果有的话)放在温度为(70±2)℃的加热箱中保持1h。

在试验过程中,试品不应有任何妨碍其继续使用的变化,密封化合物(如果有的话)不应流到使带电部件外露的程度。

试验后以及试品冷却到接近室温后，试品按正常使用安装，在正常情况下不能触及的带电部件应不能触及，即使用一个不超过 5 N 的力施加标准试指也是如此。

在试验后，标志仍应清晰可见。

只要在本部分的含义内安全性不受影响，密封化合物的变色，起泡或轻微的位移可忽略不计。

9.14.2 除了把外壳内的保护导线的接线端子保持在位置上所必需的绝缘材料部件(适用时)应按9.14.3规定试验外，断路器中把载流部件和保护电路部件保持在其位置上所必需的，由绝缘材料制成的外部部件用图 16 所示的装置进行球压试验。

被试部件放置在一个钢制支架上，使其合适的面处于水平位置，用一个 20 N 的力把一个直径为5 mm的钢球压在此表面上。

试验在一个温度为(125±2) ℃的加热箱中进行。

1 h 后，把球从试品上移开，然后把试品浸入冷水中使其在 10 s 内冷却至接近室温。

测量由钢球产生的压痕的直径，测量值不应超过 2 mm。

9.14.3 断路器中不是把载流部件和保护电路部件保持在位置上必需的由绝缘材料制成的外部部件，即使与上述部件相接触，也按 9.14.2 进行球压试验，但试验在(70±2) ℃或在(40±2) ℃的温度加上在9.8 试验中对有关部件测定的最高温升下进行试验，两者中取较高的温度。

注 1：就 9.14.2 和 9.14.3 的试验而言，平面安装式断路器的基座看作外部部件。

注 2：对陶瓷材料部件不进行 9.14.2 和 9.14.3 的试验。

注 3：如果 9.14.2 和 9.14.3 所述的两个或几个绝缘材料部件是用同一种绝缘材料制成，则仅对一个这样的部件按 9.14.2 或 9.14.3 进行试验(适用时)。

9.15 耐异常发热和耐燃(灼热丝试验)

在下列条件下，按 GB/T 5169.10—1997 中的第 4 章至第 10 章进行灼热丝试验：

——对断路器中把载流部件和保护电路部件保持在其位置上必需的，用绝缘材料制成的外部部件，在(960±15)℃的温度下进行试验；

——对所有其他由绝缘材料制成的外部部件，在(650±10)℃的温度下进行试验。

注 1：进行灼热丝试验是为了确保电加热的试验丝在规定条件下不会引起绝缘部件着火，或确保在规定的条件下可能被加热试验丝引燃的绝缘材料部件在一个有限的时间内燃烧，而不会由于火焰或燃烧的部件或从试验部件上落下的微粒蔓延火灾。

注 2：就本试验而言，把平面安装式断路器的基座看作为外部部件。

注 3：对陶瓷材料部件不进行本试验。

注 4：如果几个绝缘部件由同一种材料制成，则仅对一个这样的部件按相应的炽热丝试验温度进行试验。

本试验在一台试品上进行。

在有疑问时，再用另外二个试品重复进行试验。

试验时，施加灼热丝一次。

试验时，试品应放置在其预期使用的最不利位置(被试表面处于垂直位置)。

考虑到加热元件或灼热元件可能与试品接触的预期使用条件，灼热丝顶端应施加到试品的规定表面上。

如果符合下列要求，可看作试品通过灼热丝试验：

——没有可见的火焰，也没有持续的辉光；

——在灼热丝移开后，试品上的火焰和辉光在 30 s 内自行熄灭。

此外，不应点燃薄纸或烧焦松木板。

9.16 防锈试验

把被试零件浸入冷的化学去油剂，例如甲基氯仿或精炼汽油中浸 10 min，除去全部油脂。然后再把这些零件放入温度为(20±5) ℃，10% 的氯化铵水溶液中浸 10 min。

不经烘干，但甩干所有的水滴后，把这些零件放进温度为(20±5) ℃含有饱和水汽的空气的箱子中

10 min。

把零件放在温度为(100±5) ℃的烘箱中干燥 10 min 后，其表面不应有锈蚀的迹象。

注 1：锐利边缘上的锈迹以及任何可擦掉的黄色锈膜可忽略不计。

对于小弹簧和类似零件以及不易触及的易受到磨损的零件，涂一层油脂可提供足够的防锈保护。只有在对油膜的有效性怀疑时，才对这些零件进行此项试验，在这情况下试验时，试前不去除油脂。

注 2：在使用试验规定的溶液时，应采取适当的措施以防止吸入蒸汽。

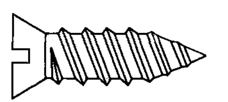


图 1　螺纹挤压成形自攻螺钉(3.3.22)

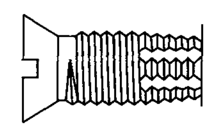
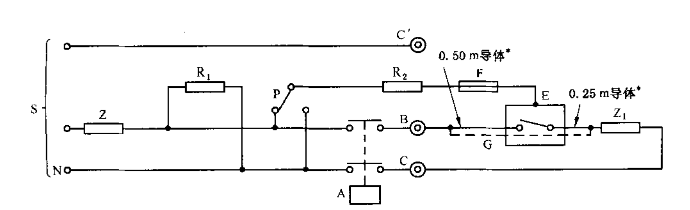


图 2　螺纹切削自攻螺钉(3.3.23)



注：图 3 至图 6 的说明见图 6。

图 3　单极断路器

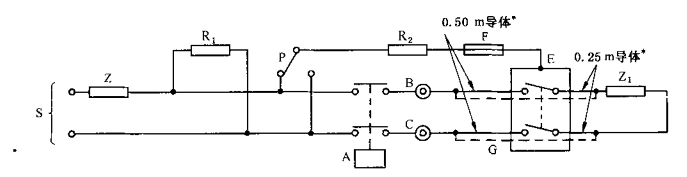


图 4a　带一个保护极的二极断路器

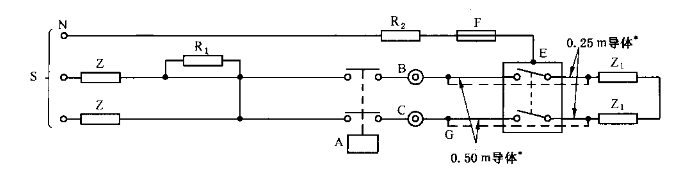


图 4b　带两个保护极的二极断路器

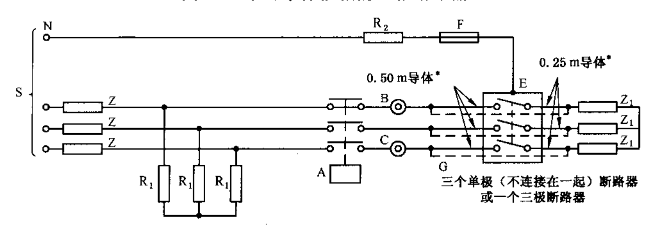


图 5　三极断路器(或三个单极断路器)

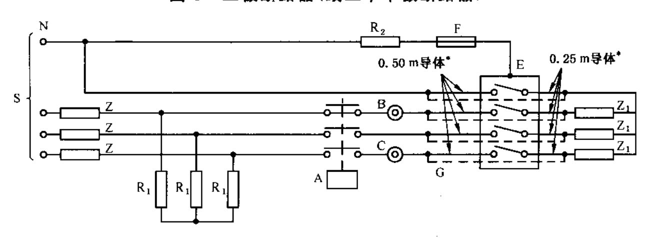


图 6　四极断路器

S——电源；

N——中性线；

Z——调节电流至额定短路能力的阻抗；

Z_1——调节试验电流至低于额定短路能力的阻抗；

R_1——电阻器；

E——外壳或支架；

A——与电压波形同步的辅助开关；

注：在图 3 和图 4a 中，A 也可能是单极开关；

G——调节电路的阻抗可忽略的连接；

R_2——0.5 Ω 电阻器；

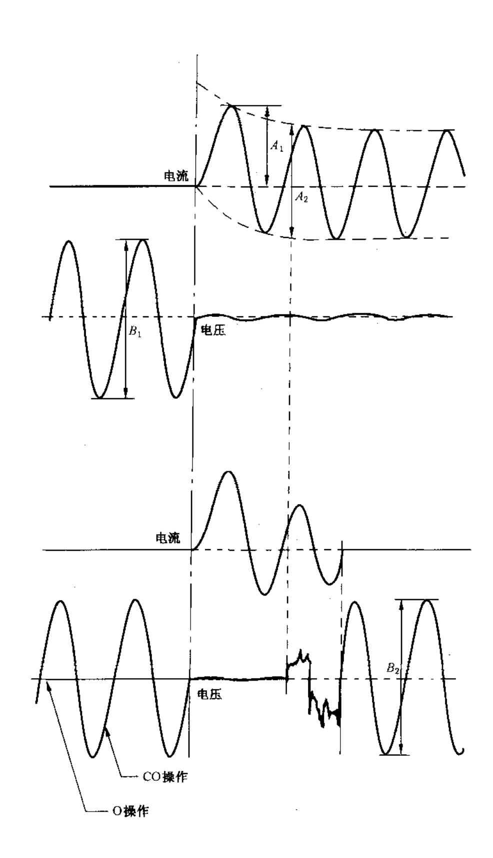
F——铜丝；

P——选择开关。

B、C 和 C′：附录 H 所示的栅格连接点(见 9.12.9.1)。

* 　根据表 5(见 9.12.4)。

图 3 至图 6 短路试验电路的说明



a) 电路校正

A_1——预期峰值接通电流；

$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$——预期对称分断电流(有效值)；

$\frac{B_1}{2\sqrt{2}}$——外施电压(有效值)(见 3.5.7)；

b) O或CO操作

$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$——分断能力(有效值)；

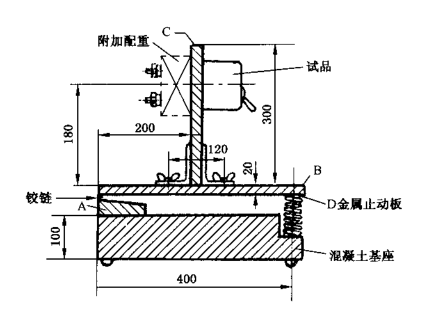
A_1——接通能力(峰值)；

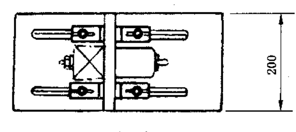
$\frac{B_2}{2\sqrt{2}}$——恢复电压(有效值)(见 3.5.8)。

注：在出现试验电流后，电压波形的幅度随着闭合装置的相对位置、可调电抗、电压传感器和试验电路图有所变化。

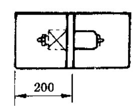
图 7 单极电器在单相交流短路接通或分断试验示波图示例

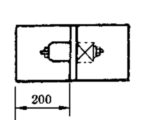
单位为毫米

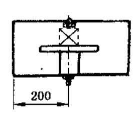




试品依次的试验位置







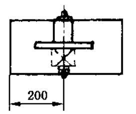
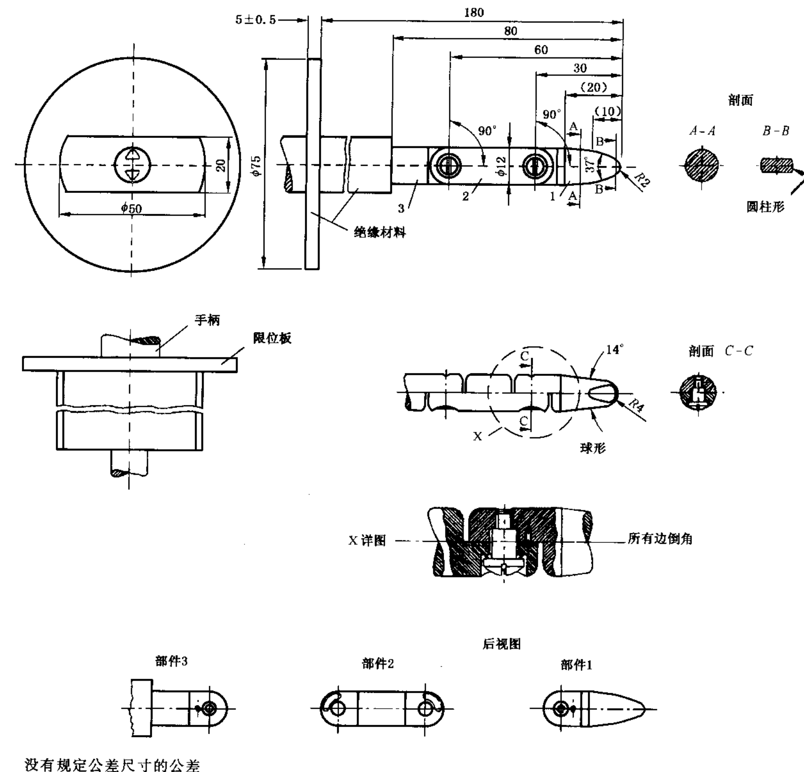


图 8　机械冲击试验装置(9.13.1)

单位为毫米



没有规定公差尺寸的公差

角度：$_{-10'}^{0}$

线尺寸：

小于等于 25 mm：$_{-0.05}^{0}$ mm

大于 25 mm：±0.2 mm

试指材料：例如，热处理钢

本试指的两个关节只能在同一平面及同一方向转过 90°角度，允许误差：$_{0}^{+10°}$

为了限止弯曲角度至 90°，采用定位销和槽的解决方案只是一种可能的方法。因此在图中没有给出详细的尺寸和公差。实际的设计必须保证 90°的弯曲角度和 0°至 +10°的公差。

图 9　标准试指(9.6)

单位为毫米

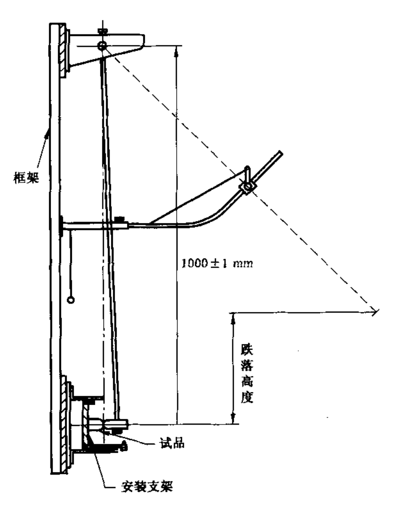
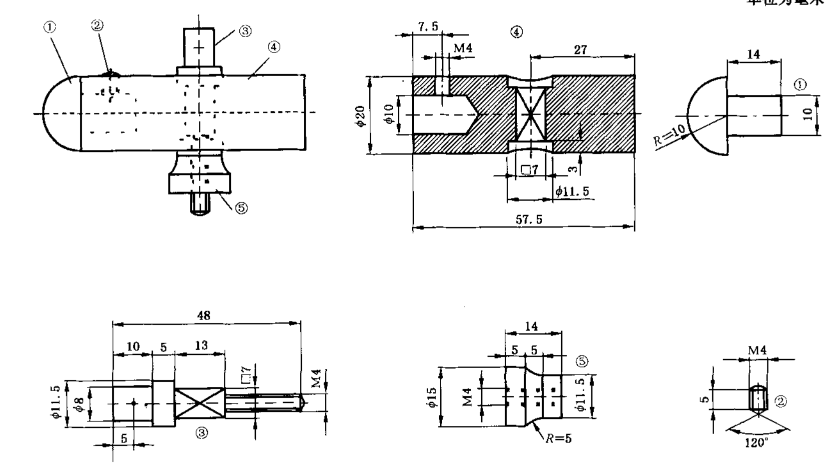


图 10 机械撞击试验装置(9.13.2)

单位为毫米



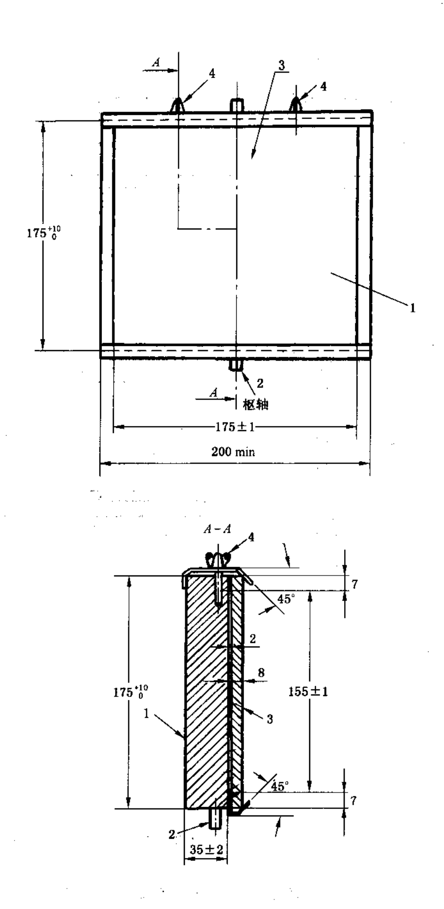
零件材料：

①：聚酰胺；

②③④⑤：钢 Fe360。

图 11 机械撞击试验装置的摆动撞击元件(9.13.2)

单位为毫米



说明：

1 质量为(10±1) kg的基架；

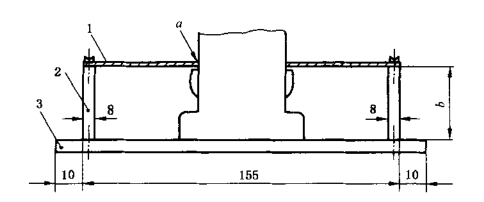
2 绕垂直轴旋转的枢轴；

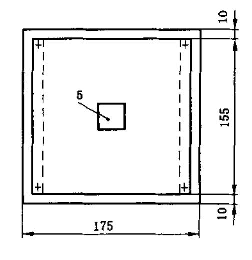
3 安装板(对平面安装式为木板，其他型式见图13和图14)；

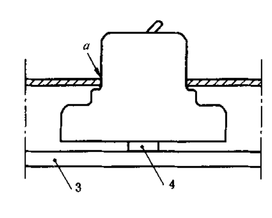
4 允许水平移动的夹具。

图12 机械撞击试验用安装支架(9.13.2)

单位为毫米







说明：

1 厚度为 1 mm 的可更换的钢板；

2 厚度为 8 mm 的铝板；

3 安装板；

4 轨道式安装断路器的安装轨；

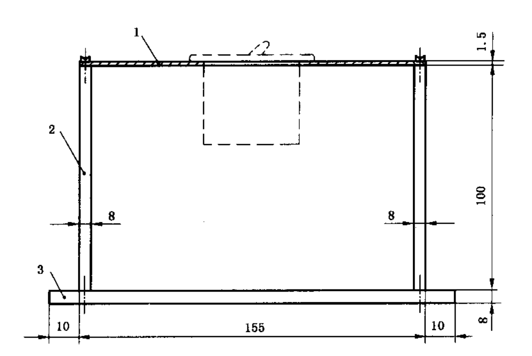
5 钢板上用于断路器的开口；

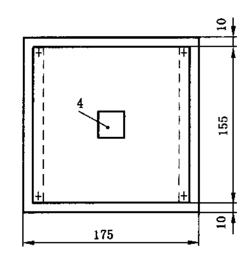
a) 开口的边至断路器的距离应为 1 mm～2 mm；

b) 铝板的高度应这样，使钢板靠在断路器的支承面上，如果断路器没有这样的支承面，则从用一个附加的盖板保护的带电部件至钢板下面的距离为 8 mm。

图 13 板后固定的断路器机械撞击试验安装示例(9.13.2)

单位为毫米





说明：

1　厚度为 1.5 mm 的可更换的钢板；

2　厚度为 8 mm 的铝板；

3　安装板；

4　钢板上用于断路器的开口。

注：在特定情况下，尺寸可放大。

图 14　配电板式断路器撞击试验安装示例(9.13.2)

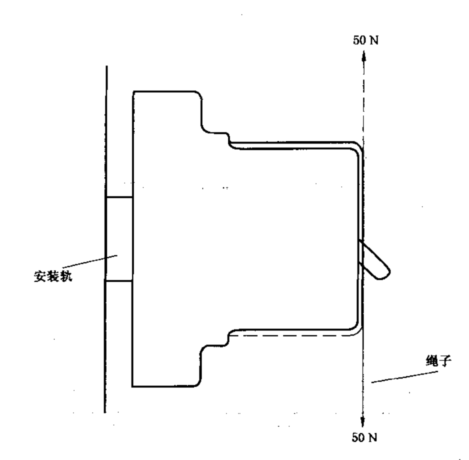


图 15 轨道安装断路器机械试验施加的力(9.13.2.3)

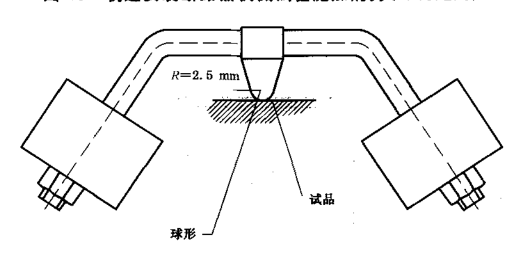


图 16 球压试验装置

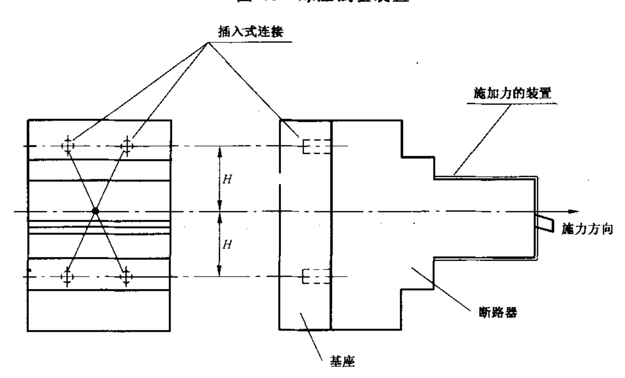


图 17 位置保持只与其插入连接有关的二极插入式断路器,机械试验施加力的示例(9.13.2.4)

附　录　A
（资料性附录）
确定短路功率因数的方法

目前尚无能精确确定短路功率因数的统一方法，但就本部分而言，试验电路的功率因数可用下列方法之一确定：

方法Ⅰ：根据直流分量确定

相角 φ 可根据短路瞬间和触头分开瞬间之间非对称电流波形的直流分量曲线来确定，方法如下：

a)　直流分量的公式

$$i_{\mathrm{d}} = i_{\mathrm{do}} \times \mathrm{e}^{-Rt/L}$$

式中：

i_{d}——在 t 时刻的直流分量值；

i_{do}——时间起始时刻的直流分量值；

L/R——电路的时间常数，以 s 为单位；

t——从起始时刻开始算起的时间，以 s 为单位；

e——自然对数的底。

时间常数 L/R 能从上述公式算出，方法如下：

- 测量短路时刻的 i_{do} 值和在触头分开前另一个时刻 t 的 i_{d} 值；
- 用 i_{d} 除以 i_{do} 得出 $\mathrm{e}^{-Rt/L}$ 值；
- 根据 e^{-x} 值的表确定相应于比值 $i_{\mathrm{d}}/i_{\mathrm{do}}$ 的 $-x$ 值；
- x 值表示 Rt/L，由此可求出 L/R 。

b)　确定相角 φ 公式

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

式中 ω 是实际频率的 2π 倍。

当用电流互感器测量电流时，不应采用本方法。

方法Ⅱ：用辅助发电机确定

当使用一台与试验发电机同轴的辅助发电机时，可首先在示波图上比较辅助发电机和试验发电机的相电压相位，然后比较辅助发电机的相电压与试验发电机的电流相位。

一方面根据辅助发电机电压和试验发电机电压的相角差，另一方面根据辅助发电机电压和试验发电机电流之间的相角差得出试验发电机电压和电流之间的相角，由此能确定功率因数。

附 录 B
（规范性附录）
确定电气间隙和爬电距离

在确定电气间隙和爬电距离时，建议应考虑下列几点：

如果电气间隙和爬电距离受到一个或几个金属部件的影响，则各部分的总和至少应为规定的最小值；

当几个单独部分的长度小于 1 mm 时，在计算电气间隙和爬电距离的总长度长时，不应计算这些部分的长度。

在确定爬电距离时：

——槽的宽度和深度均大于等于 1 mm 时，应沿着槽的轮廓线测量；

——槽的任何尺寸小于上述尺寸时，应忽略不计；

——筋高度大于等于 1 mm 时：

- 如果筋和绝缘材料部件是一体的（例如，用模压、焊接或胶合方式制成的），则沿着筋的轮廓线测量。
- 如果筋和绝缘材料部件不是一体的，则沿着筋的连接线或剖面的两条轮廓线中较短的路径测量。

用下列图例对上述推荐的应用进行说明：

——图 B.1a，B.1b 和 B.1c 表示在计算爬电距离时，包括槽或不包括槽在内的图例；

——图 B.1d 和 B.1e 表示在计算爬电距离，包括筋或不包括筋在内的图例；

——图 B.1f 说明当筋由插入的绝缘隔板组成，其外部轮廓线比连接部分长度长时，应考虑连接部分的爬电距离；

——图 B.2a，B.2b，B.2c 和 B.2d 说明当绝缘材料部件的凹槽中有固定的零件时，如何确定爬电距离。

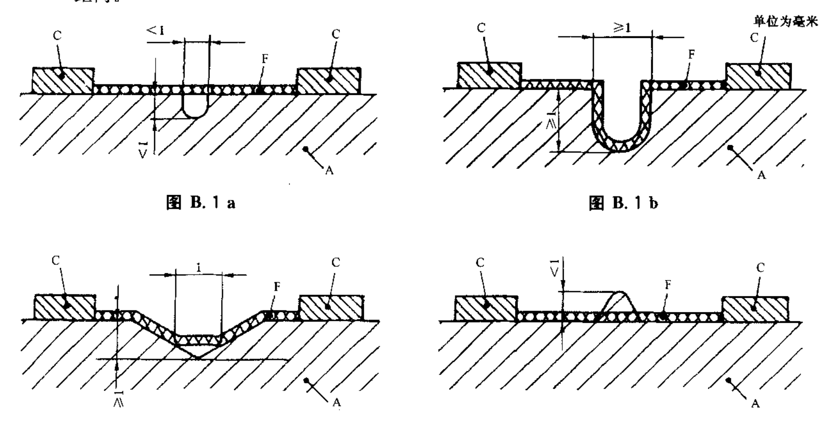


图 B.1 爬电距离推荐应用图示说明（一）

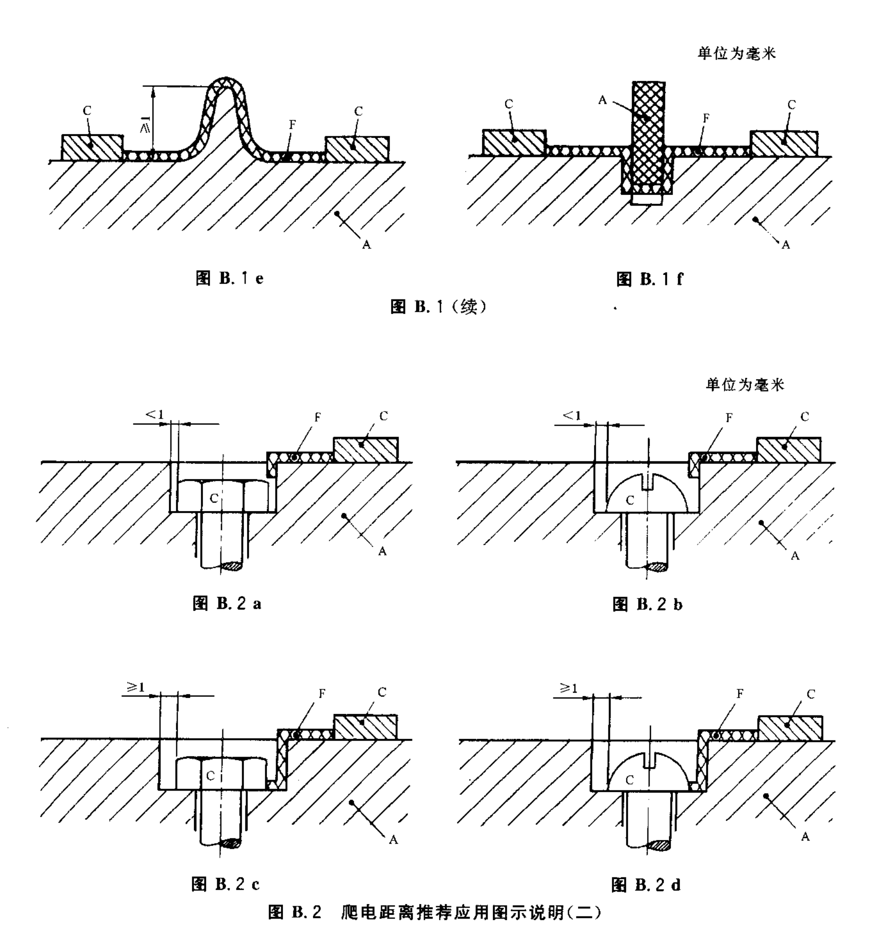


图 B.1 e

图 B.1 f

图 B.1（续）

图 B.2 a

图 B.2 b

图 B.2 c

图 B.2 d

图 B.2 爬电距离推荐应用图示说明(二)

附 录 C
(规范性附录)
一致性验证适用的试验程序和提交的试品数量(ISO/IEC 导则 2:1991 的 13.5)

注:验证可以由:

——由制造厂验证,作为供应商的一致性声明(ISO/IEC 导则 2:1991 中的 13.5.1)。

——由独立的认证机构验证,作为认证用(ISO/IEC 导则 2:1991 中的 13.5.2)。

根据 ISO/IEC 导则 2 的术语,术语“认证”只能用于第二种案例。

C.1 试验程序

按表 C.1 的规定进行试验,表中每一个试验程序应按规定的次序进行。

表 C.1 试验程序

试验程序		条款	试验(或检查)项目
A		6	标志
		8.1.1	一般要求
		8.1.2	机构
		9.3	标志的耐久性
		8.1.3	电气间隙和爬电距离(仅对外部部件)
		8.1.6	不可互换性
		9.4	螺钉、载流部件和连接的可靠性
		9.5	连接外部导线的螺纹型接线端子的可靠性
		9.6	电击保护
		8.1.3	电气间隙和爬电距离(仅对内部部件)
		9.14	耐热
		9.15	耐异常发热和耐燃
		9.16	防锈
B		9.7	介电性能和隔离能力
		9.8	温升试验及功耗测量
		9.9	28 天试验
C	C_1	9.11	机械和电气寿命
		9.12.11.2.1	低短路电流下的性能
		9.12.12	短路试验后验证断路器
	C_2	9.12.11.2.2	验证适合于在 IT 系统使用断路器的短路试验
		9.12.12	短路试验后验证断路器
D	D_0	9.10	脱扣特性
	D_1	9.13	机械应力
		9.12.11.3 和	在 1 500 A 下的短路性能
		9.12.12	短路试验后验证断路器
E	E_1	9.12.11.4.2 和	运行短路能力(I_{cs})试验
		9.12.12	短路试验后验证断路器
	E_2	9.12.11.4.3 和	额定短路能力(I_{cn})试验
		9.12.12	短路试验后验证断路器

注:制造厂同意时,同一组试品可用于几个试验程序。

C.2 提交全部试验程序的试品数量和合格判别标准

如果只有一个额定值(即,一组额定量,见5.2)和一种型式(极数、瞬时脱扣型式)的断路器提交试验,提交不同试验程序的试品数量如表C.2所示,表中还给出了合格标准。

如果按表C.2第2栏提交的所有试品都通过试验,则满足了符合本部分的要求。如果只有第3栏中给出的最少数量的试品通过了试验,则应对第4栏所示的增加的试品进行试验,且应完满地完成该试验程序。

对于具有一个以上额定电流的断路器,每一试验程序应提交两组分开的断路器:一组整定在最大额定电流,另一组整定在最小额定电流。此外,应提交一台含有所有其他额定电流的试品进行表C.1中试验程序 D_0 的试验。

表C.2 全部试验程序的试品数量

试验程序		试品数量	应通过试验的最少试品数量[a,b]	重复试验的最多试品数量[c]
A		1	1	—
B		3	2	3
C	C_1	3	2[e]	3
	C_2[f]	3	2[e]	3
D		3	2[e]	3
E_1		3+3[d]	2[e]+2[d,e]	3+3[d]
E_2		3+4[d]	2[e]+3[d,e]	3+4[d]

[a] 总共最多可重复试验两个试验程序。

[b] 假定没有通过试验的试品,没有满足技术要求是由于工艺或装配的缺陷,而不是设计的原因。

[c] 在重复试验时,所有的试验结果都应合格。

[d] 在额定电压为230/400 V或240/415 V的单极断路器(见表1)时,增加的试品数。

[e] 所有的试品均应符合9.12.10、9.12.11.2、9.12.11.3和9.12.11.4的试验要求(适用时)。

[f] 对本试验程序,把"保护极数量"看作"试品数量"。

C.3 简化试验程序提交的试品数量

当基本设计结构相同的一个系列的断路器同时提交试验时,本条款适用。

C.3.1 对于基本设计相同的一个系列断路器,试验的试品数量可按表C.3.2和C.3.3减少。

对这一个系列断路器以后增加的规格(例如额定电流值增加,不同类别的瞬时脱扣器,不同的极数),试品减少同样适用。

注:当相对于已通过试验的一个系列断路器作了一些很小变化的一个系列断路器提交试验时,可同意进一步减少试品数量和试验。

如果符合下列条件,可认为断路器具有相同的基本设计结构:

——具有相同的基本设计;

——每极的外部物理尺寸相同;

——除了下面a)项所列的不同外,内部载流件的材料,涂层和尺寸相同;

——接线端子具有类似的结构(见下面d)项);

——触头尺寸,材料,结构及连接方式相同;

——手动操作机构(材料和物理特性)相同;

——模压材料和绝缘材料相同；
——灭弧装置的灭弧方式，材料和结构相同；
——除了下面 b)项所列的不同外，过电流脱扣装置的基本结构相同；
——除了下面 c)项所列的不同外，瞬时脱扣装置的基本结构相同；
——其电压额定值用于同一型式的配电电路(见表 1)；
——多极断路器由单极断路器组成，或由与单极断路器相同的元件组装而成，除了极与极之间的外部隔板外，每极的外形尺寸相同。

允许有下列不同：

a) 内部载流连接件的截面积；
b) 过电流脱扣装置的尺寸和材料；
c) 瞬时脱扣装置的工作线圈的匝数和截面积；
d) 接线端子的尺寸。

C.3.2 对于按 4.5 具有相同瞬时脱扣类别的断路器，被试品数量可按表 C.3 减少。

表 C.3 一个系列不同极数的断路器的试品数量的减少

试验程序		与极数有关的试品数量[a]			
		单极[b]	二极[c]	三极[d]	四极[e]
A		1 最大额定电流	1 最大额定电流[g,i]	1 最大额定电流[i]	1 最大额定电流[i]
B		3 最大额定电流	3 最大额定电流[g]	3 最大额定电流	3 最大额定电流
C	C_1	3 最大额定电流	3 最大额定电流[g]	3 最大额定电流	3 最大额定电流
	C_2	3 最大额定电流	2 最大额定电流(对二个保护极)，或 3 最大额定电流(对一个保护极)	1 最大额定电流	1 最大额定电流
D_0+D_1		3 最大额定电流	3 最大额定电流[h]	3 最大额定电流	3 最大额定电流
D_0		1 所有其他额定电流			
E_1		3+3[f]最大额定电流 3+3[f]最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流
E_2		3+4[f]最大额定电流 3+4[f]最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流	3 最大额定电流 3 最小额定电流

[a] 如果按 C.2 的合格标准重复进行试验时，对有关试验程序用一组新的试品。重复试验时，所有试验结果必须合格。
[b] 如果只有多极断路器提交试验时，本栏也适用于一组极数最少的试品(取代相应的栏)。
[c] 本栏适用于带两个保护极或一个保护极的二极断路器。
[d] 当四极断路器已进行过试验，本栏可省略。
[e] 本栏也适用于带三个保护极和一个中性极的断路器。
[f] 对 5.3.1.4 的单极断路器，增加的试品。
[g] 当三极或四极断路器已进行过试验时，本试验程序可省略。
[h] 当三极或四极断路器已进行过试验，对带两个保护极的二极断路器本试验程序可省略。
[i] 当多极断路器提交试验时，最多对四个连接外部导线的螺纹型接线端子进行 9.5 的试验，即两个电源端子和两个负载端子。

C.3.3 对于C.3.1所述基本结构相同,但按4.5瞬时脱扣类别不同而增加的一个断路器系列,所适用的试验程序数可按表C.4减少,试品数量按表C.3的规定。

表C.4 具有不同的瞬时脱扣特性的一个系列断路器的试验程序

首先试验的断路器的型式	接着试验的其他型式的断路器的试验程序		
	B型	C型	D型
B型	—	$(D_0+D_1)+E$	$(D_0+D_1)+E$
C型	D_0[a]$+B$[a]	—	$(D_0+D_1)+E$
D型	D_0[a]$+B$[a]	D_0[a]$+B$[a,b]	—

[a] 对这些程序,只要求做9.8和9.10.2的试验。

[b] 当同时对额定短路能力相同的B型、C型和D型断路器进行认证时,如果B型和D型试品已通过试验,只要求进行D_0试验程序。

附 录 D
（资料性附录）
短路条件下断路器和连接在同一电路中的其他短路保护电器(SCPD)的配合

D.1 引言

为了确保在短路条件下断路器(C_1)和连接在同一电路中的其他短路保护电器(SCPD)的配合，有必要考虑两个电器中每个电器的特性以及它们组合后工作情况。

注：SCPD可具有另外的保护装置，例如过电流脱扣器。

SCPD可以由一个熔断器(或一组熔断器)组成(见图D.1)，或由另外的断路器(C_2)组成(见图D.2和图D.3)。

因为电器的阻抗不是总是忽略不计的，当必须涉及两个串联工作的电器的工作状况时，仅对照两个组合电器中每一个的单独的动作特性可能是不够的，建议应该考虑这个情况。对短路电流，建议以 I^2t 取代时间为坐标基准。

因为装置所采用的配电方式，或者 C_1 单独的短路能力可能不能满足预期的使用要求，所以 C_1 常常与另一个SCPD串联连接。在这种情况下，SCPD可安装在远离 C_1 的位置。SCPD可以保护对几个断路器 C_1 供电的主馈线，或仅仅只保护一个单独的断路器。

对这种应用，用户或有关当局可仅根据理论研究来确定如何可以达到最佳的配合水平。本附录是用来对这样决策提供指导，也对制造厂应为预期用户提供的资料形式提供指导。

如果对预期的应用认为必须进行试验时，也对试验要求提供指导。

术语"配合"包括考虑选择性(见3.5.14.2，以及3.5.14.4和3.5.14.5)以及考虑后备保护(见3.5.14.3)。

考虑选择性一般能用理论研究来实现(见D.5)，而验证后备保护通常要求进行试验(见D.6)。

考虑短路分断能力时，当两台都是符合GB 10963.1的断路器，是指 C_1 和 C_2 的额定短路能力(I_{cn})；当 C_2 是符合GB 14048.2的断路器，是指 C_2 的极限短路分断能力(I_{cu})。

D.2 适用范围和目的

本附录对断路器与连接在同一电路中的另一个SCPD在选择性和后备保护方面的配合提供指导和规定要求。

本附录的目的是规定：

——断路器与另一个SCPD配合的一般要求；

——用来验证满足配合条件的方法和试验(如果认为必要时)。

D.3 断路器与另一个SCPD配合的一般要求

D.3.1 一般考虑

理想的配合应为这样，在其额定短路能力(I_{cn})极限值以下的所有的过电流值只有断路器(C_1)单独动作。

注：如果在安装点的预期故障电流值小于断路器 C_1 的额定短路能力，可假定认为SCPD在电路中仅考虑除了后备保护以外的保护。

实际上，下列的因素适用：

a) 如果选择性极限电流(I_s)(见3.5.14.6)太低，有不必要的失去选择性的危险；

b) 如果在安装点的预期故障电流值大于 C_1 的额定短路能力，则 SCPD 应这样选择，使得 C_1 的工作状况符合 D.3.3 而交接电流 I_B（见 3.5.14.7）（如果有的话）符合 D.3.2 的要求。

只要有可能，SCPD 应安装在 C_1 的电源侧。如果 SCPD 安装在负载侧，C_1 和 SCPD 之间的连接必须这样布置，使得任何的短路危险性减至最小。

D.3.2 交接电流

作为后备保护用时，交接电流 I_B 不应大于单台 C_1 的额定短路能力 I_{cn}（见图 D.3a）。

D.3.3 C_1 与另一个 SCPD 组合的工作状况

对组合的额定短路能力及以下的所有过电流值，C_1 及其组合应符合 8.8 的要求。

D.4 连接的 SCPD 的型式和特性

如有要求时，断路器的制造厂应提供有关与 C_1 一起使用的 SCPD 的型式和特性的资料，以及关于该组合在额定工作电压下适用的最大预期短路电流的资料。

按本附录进行的任何试验中使用的 SCPD 的详细情况，即制造厂名称、型号、额定电压、额定电流和短路分断能力等应在试验报告中给出。

最大限制短路电流 I_{nc}（见 3.5.14.8）不应超过：

——额定极限分断能力，如果 SCPD 是一个符合 GB 14048.2 的断路器；

——额定短路能力，如果 SCPD 是一个符合本部分的断路器；

——额定短路分断能力，如果 SCPD 是一个熔断器。

如果组合的 SCPD 是一个断路器，它应符合本部分的要求或符合任何其他有关标准的要求。

如果组合的 SCPD 是一个熔断器，它应符合 GB 13539 的要求或符合任何其他熔断器标准的要求。

D.5 验证选择性

通常仅用理论研究，即通过对照 C_1 和组合的 SCPD 的动作特性就能考虑选择性的问题，例如当组合的 SCPD 是一个具有故意时间延时的断路器（C_2）时。

C_1 和 SCPD 的制造厂应提供足够的有关相应的动作特性的资料，以允许对每个单独的组合确定 I_s。

在某些情况下，有必要对组合在 I_s 下进行试验，例如：

——当 C_1 是限流型，而 C_2 没有故意的时间延时；

——当 SCPD 的断开时间小于半个周波相应的时间时。

为了得到所要求的选择性，当组合的 SCPD 是一个断路器时，对 C_2 可能需要一个故意的短延时。

选择性可以是部分选择性（见图 D.3a）或直至 C_1 的额定短路能力 I_{cn} 的全选择性。对全选择性，C_2 的不脱扣特性或熔断器的弧前特性应位于 C_1 的脱扣（分断时间）特性的上面。

图 D.2a 和图 D.2b 给出了两个全选择性的图例说明。

D.6 验证后备保护

D.6.1 确定交接电流

通过把 C_1 的动作特性与组合的 SCPD 的动作特性比较（对 C_2 的所有整定值（如果有时））能检验是否符合 D.3.2 的要求。

D.6.2 验证后备保护

D.6.2.1 通过试验验证

通常，用 D.6.3 的试验来验证是否符合 D.3.3 的要求。在这种情况下，所有的试验条件应符合 9.12.11.4.3的规定，短路试验的调节电阻和电感在组合的电源侧。

注：GB14048.2 中图 A.6 给出了试验电路的例子。

D.6.2.2 通过特性对照验证

在某些实际场合及 SCPD 是一个断路器(见图 D.3a 和图 D.3b)时,对照 C_1 和组合的 SCPD 的动作特性是可能的,这时应特别注意下列几点:

——C_1 在 I_{cn}时的焦耳积分和 SCPD 在组合的预期电流时的焦耳积分;

——SCPD 的动作电流的峰值对 C_1 的影响(例如,电弧能量,最大峰值电流,截断电流)。

通过分析从 C_1 的额定短路能力 I_{cn}至组合应用中的的预期短路电流(但不超过 C_1 在其额定短路能力下允许通过的最大 I^2t 或制造厂规定的其他较低的限值)范围内 SCPD 的最大 I^2t 动作特性,可以评价组合的适用性。

注:如果组合的 SCPD 是一个熔断器,理论研究的正确性只限于至 C_1 的 I_{cn}。

D.6.3 验证后备保护的试验

如果组合的 SCPD 是一个装有可调的过电流断开脱扣器的断路器(C_2),所用的动作特性应该是相应于最大时间和最大电流整定值的动作特性。

如果组合的 SCPD 由一组熔断器组成,每次应用一组新的熔断器进行试验,即使在前次试验中使用的某些熔断器没有熔断也是如此。

如果适用时,连接的电缆应符合 9.12.4 中的规定。下列情况除外,如果组合的 SCPD 是一个断路器(C_2),则整个电缆长度(75 cm)连同该断路器一起可以装在电源侧。

每次试验应由按 9.12.11.4.3 在 I_{cn}下进行的操作程序"O-*t*-CO"组成,"CO"操作在 C_1 上进行。

用预期使用的最大预期电流进行试验时,试验电流不应超过额定限制短路电流(见 3.5.14.9)。

此外,还应在等于 C_1 的额定短路分断能力 I_{cn}的预期电流值下进行试验。对这个试验,可以用一个新的试品 C_1,如果组合的 SCPD 是一个断路器,也用一个新的断路器 C_2。

在每次操作过程中:

a) 如果组合的 SCPD 是一个断路器(C_2):

——在两次试验电流时,C_1 和 C_2 中的任一个应脱扣,这时不需要再进行其他试验。

这是一般的情况,此时只提供后备保护。

——或两次试验电流时,在每次操作结束时 C_1 应脱扣,而 C_2 应在闭合位置,这时不需要再进行其他试验。

这要求在每次操作时,C_2 的触头瞬时地分开。在这种情况下,除了后备保护外(见图 D.3 的注 1),还提供电源恢复。在这些试验过程中,应记录电源断开的时间(如果有时)。

——或在较低的试验电流下,C_1 应脱扣,而在较高的试验电流下,C_1 和 C_2 均应脱扣。

这要求在较低的试验电流下,C_2 的触头瞬时地分开。应在一个中间电流下进行补充试验,以确定 C_1 和 C_2 均脱扣的最低电流,在这电流以下提供电源恢复。在这些试验过程中,应记录电源断开的时间(如果有时)。

b) 如果组合的 SCPD 是一个熔断器(或一组熔断器):

——在额定限制短路电流下试验:

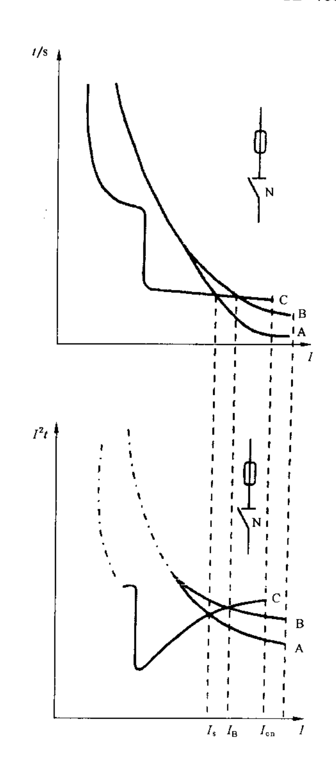
- 如果是单极断路器,至少一个熔断器应熔断;
- 如果是多极断路器,两个或几个熔断器应熔断,或一个熔断器应熔断而 C_1 应脱扣;

——在额定短路分断能力下试验,C_1 应脱扣并且至少一个熔断器应熔断。

D.6.4 获得的结果

在这试验后,C_1 应符合 9.12.12.2 的要求。

此外,如果组合的 SCPD 是断路器(C_2),应用手动操作或其他适当的方式验证 C_2 的触头没有被熔焊。



说明：

I——预期短路电流；

I_{cn}——额定短路能力(5.2.4)；

I_s——选择性极限电流(3.5.14.6)；

I_B——交接电流(3.5.14.7)；

A——熔断器的弧前特性；

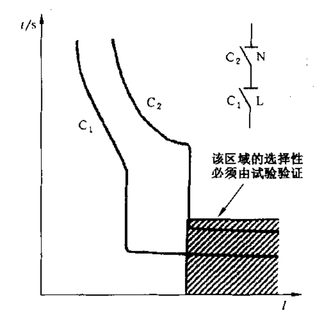
B——熔断器的动作特性；

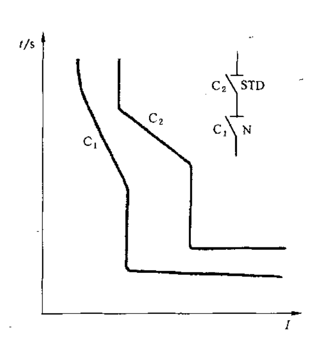
C——非限流型断路器的动作特性(N)(分断时间/电流和 I^2t/电流)。

注1：认为 A 是下限；B 和 C 是上限。

注2：点划线所示的为非绝热的 I^2t 区域。

图 D.1 断路器与熔断器之间的过电流配合或熔断器后备保护-动作特性





说明：

C_1——限流型断路器（L）（分断时间特性）

C_2——非限流型断路器（N）（脱扣特性）

C_1——非限流型断路器（N）（分断时间特性）

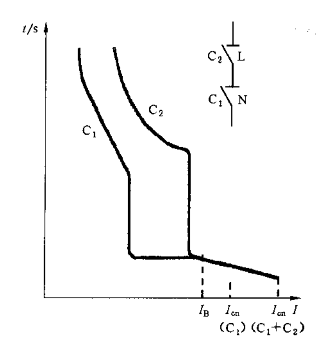
C_2——具有故意短延时（STD）的断路器（脱扣特性）

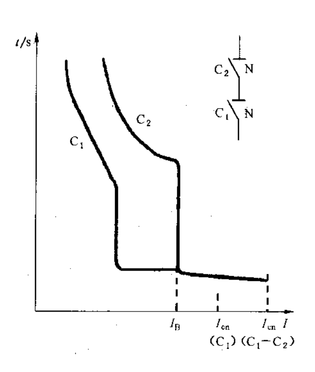
注：I_{cn}的值没有表示。

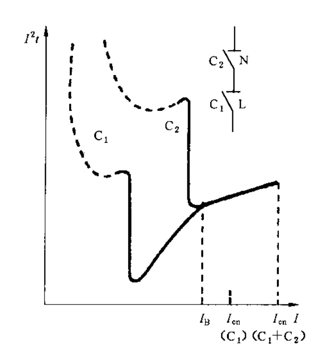
图 D.2 a

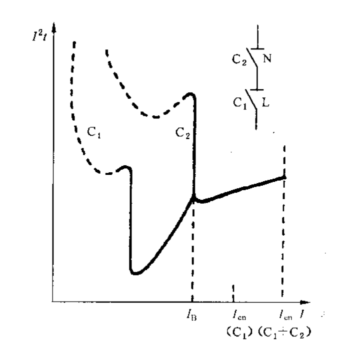
图 D.2 b

图 D.2 两个断路器之间的全选择









说明：

C_1——非限流型断路器（N）

C_2——限流型断路器（L）

C_1，C_2——非限流型断路器（N）

I_B——交接电流

注1：如果适用时，会发生 C_2 恢复电源。

注2：$I_{cn}(C_1+C_2) \leqslant I_{cn}(C_2)$。

注3：对 $I>I_B$ 的值，曲线是组合的曲线（用粗体表示），此时必须用试验获得数据。

图 D.3 a **图 D.3 b**

图 D.3 用断路器后备保护（动作特性）

附 录 E
（规范性附录）
安全特低电压辅助电路的特殊要求

8.1.3 电气间隙和爬电距离

对表 4 增加下面的注：

注 5：按 GB 14821.1—1993 的 411.1.3.3 的要求，预期连接到安全特低电压的辅助电路带电部件应与较高电压的电路分开。

9.7.4 辅助和控制电路的介电强度

增加下面的注：

注：对预期连接到安全特低电压电路的试验正在考虑中。

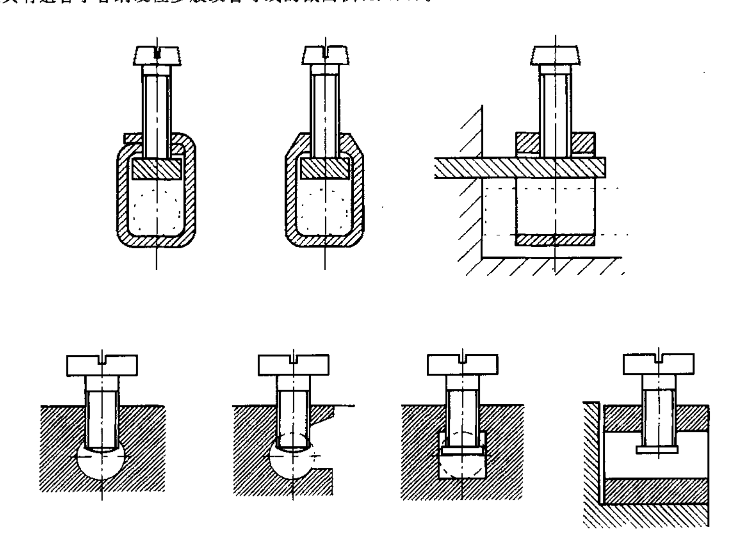
9.7.5 试验电压值

在 b）项下面增加下面的注：

注：对预期连接到安全特低电压电路的试验电压正在考虑中。

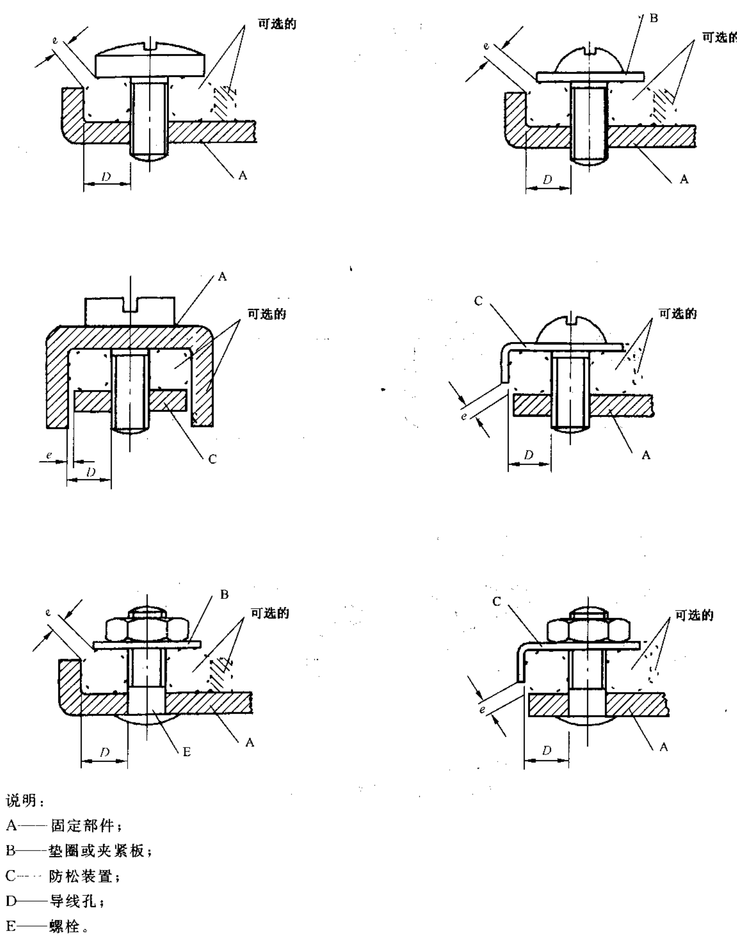
附 录 F
（资料性附录）
接线端子示例

在本附录中给出一些接线端子的设计示例。安装导线的部位必须有适合于容纳实心硬导线的直径以及具有适合于容纳硬性多股绞合导线的截面积(8.1.5)。



带有螺纹孔的接线端子部件和导线被螺钉夹紧的接线端子部件可以是两个分开的部件，例如带有夹头的接线端子。

图 F.1 柱式接线端子示例



说明：

A——固定部件；

B——垫圈或夹紧板；

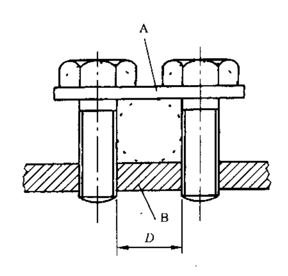
C——防松装置；

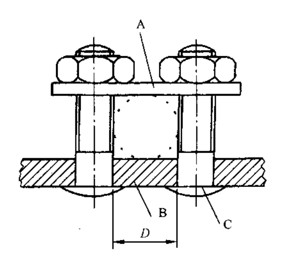
D——导线孔；

E——螺栓。

只要夹紧导线所必须的压力不是通过绝缘材料传递，使导线定位的部件可以由绝缘材料制成。

图 F.2 螺钉接线端子和螺栓接线端子示例





说明：

A——鞍形板；

B——固定部件；

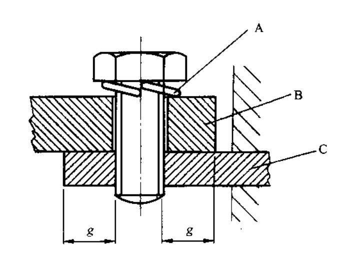
C——螺栓；

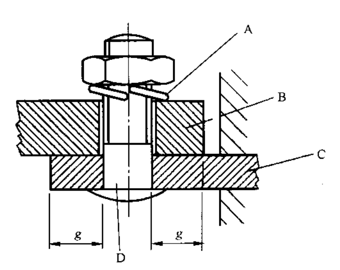
D——导线孔。

鞍形板的两面可以是不同的形状，通过翻转鞍形板以适应截面积大小不同的导体。

接线端子可以有两个以上的夹紧螺钉或螺栓。

图 F.3 鞍形接线端子示例





说明：

A——锁紧装置；

B——电缆接线片或母排；

C——固定部件；

D——螺栓。

对这种型式的接线端子，应提供一个弹簧垫圈或等效的锁紧装置，夹紧部位的表面应是光滑的。

对某些型式的电器，允许使用的接线片式接线端子比要求的尺寸小。

图 F.4 接线片式接线端子示例

附 录 G
(资料性附录)
ISO 和 AWG 铜导线对照

ISO尺寸 mm^2	AWG	
	尺寸号码	截面积 mm^2
1.0	18	0.82
1.5	16	1.3
2.5	14	2.1
4.0	12	3.3
6.0	10	5.3
10.0	8	8.4
16.0	6	13.3
25.0	3	26.7
35.0	2	33.6
50.0	0	53.5

注：一般采用 ISO 尺寸。如应制造厂要求，可使用 AWG 尺寸。

附 录 H
(规范性附录)
用于短路试验的装置

被试断路器按图 H.1 所示并按制造厂的说明进行安装,可要求图 H.1 适应断路器的特定结构。

当需要时(即在"O"操作时),把一片厚(0.05±0.01) mm,每边尺寸至少比断路器前面的外形尺寸大 50 mm,但不小于 200 mm×200 mm 的透明聚乙烯薄膜固定并适当地绷紧在一个框架上,框架放置在距下列部位 10 mm 的地方:

——没有操作件凹槽时,离断路器操作件的最高凸出部位;

——有操作件凹槽时,离断路器操作件凹槽的边缘。

聚乙烯薄膜应有下列物理性能:

在 23℃时的密度:(0.92±0.05) g/cm³;

熔点:110℃～120℃。

需要时,如图 H.1 所示在电弧喷出口和聚乙烯薄膜之间放置一块至少厚 2 mm 的绝缘材料隔板以免从电弧喷出口喷出的热的粒子损坏聚乙烯薄膜。

需要时,在距离断路器的每个电弧喷出口这边距离为"a" mm 的地方放置一个如图 H.2 所示的栅格。

栅格电路(见图 H.3)应连接到点 B、点 C 或点 C′(适用时)(见图 3 至图 6)。

栅格电路的参数如下:

电阻 R':1.5 Ω

铜丝 F':长度 50 mm,直径如 9.12.9.1 所要求的值。

单位为毫米

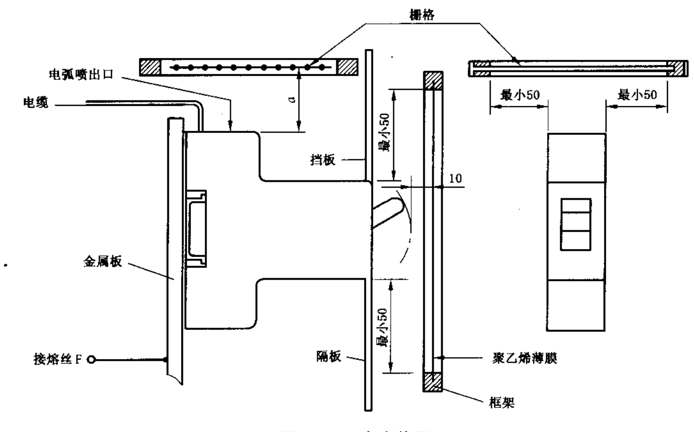


图 H.1 试验装置

单位为毫米

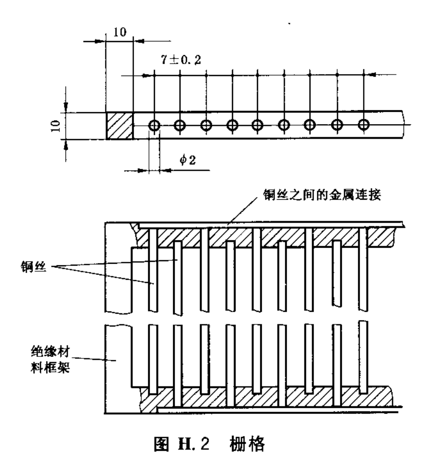


图 H.2 栅格

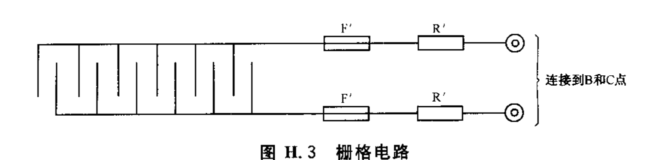


图 H.3 栅格电路

附 录 I
（规范性附录）
常规试验

本附录所规定的试验是用来揭示与安全有关的材料或制造方面不合格的缺陷。

根据制造厂得到的经验，为确保每台断路器与通过本部分试验的样品一致，可能需要做更多的试验。

I.1 脱扣试验

a) 验证时间-电流特性

从冷态开始，对每个保护极分别通以约定脱扣电流与表2的瞬时脱扣范围（按断路器的脱扣特性：B、C或D）下限值之间任何合适的电流值。

断路器应在脱扣特性极限时间之间，相应于制造厂所选择的点的时间内脱扣。

b) 验证瞬时脱扣

每台断路器应在相应于脱扣型式B、C或D的试验电流上限值的电流下进行9.10.2的瞬时脱扣试验。试验在任何合适的电压下进行。

I.2 验证断开触头之间的电气间隙

断路器处在断开位置，在当断路器闭合时电气上连接在一起的接线端子之间施加1 500 V，频率为50 Hz或60 Hz，基本上为正弦波的电压1 s。

不应发生闪络和击穿。

也可选用其他任何合适的验证断开触头之间电气间隙的方法（例如，用X-射线验证）。

附　录　J
（规范性附录）
具有连接外部铜导线的无螺纹型接线端子的断路器的特殊要求

J.1　适用范围

本附录适用于第1章范围内的具有无螺纹接线端子的断路器，无螺纹接线端子的电流不超过20 A，主要用于连接截面积至4 mm^2 的未经加工（见J.3.6）的铜导线。

注：在奥地利、捷克、德国、丹麦、荷兰、挪威和瑞士等国家，使用无螺纹接线端子的电流上限是16A。

在本附录中，无螺纹接线端子称为接线端子，而铜导线称为导线。

J.2　规范性引用文件

第2章适用。

J.3　定义

作为第3章的补充，下列定义适用：

J.3.1

夹紧装置　clamping units

导线的机械夹紧和电气连接所必须的接线端子部件，包括为保证正确的接触压力所必须的部件。

J.3.2

无螺纹型接线端子　screwless-type terminal

导线的连接和随后的拆卸直接或间接地通过弹簧、楔形块或类似器件来实现的接线端子。

注：示例见图J.2。

J.3.3

通用接线端子　universal terminal

用于连接和拆卸所有型式导线（硬导线和软导线）的接线端子。

注：在下列国家只允许通用接线端子：奥地利、比利时、中国、丹麦、德国、西班牙、法国、意大利、葡萄牙、瑞典和瑞士。

J.3.4

非通用接线端子　non-universal terminal

仅用于连接和拆卸某种导线（例如，仅用于硬实心导线或仅用于硬（实心或绞合）导线）的接线端子。

J.3.5

推入接线式接线端子　push-wire terminal

非通用接线端子，其连接通过推入硬性（实心或绞合）导线来实现。

J.3.6

非经加工导线　unprepared conductor

导线切断并剥去插入至接线端子的一定长度上的绝缘。

注1：为插入接线端子而整形或为加强端部而拧线丝的导线认为是非经加工导线。

注2：术语“非经加工导线”指导线未经导线线丝的焊接，使用电缆接头、弯成小圆环等加工处理，但包括导体插入接线端子前的重新整形或为增加软导线端部强度而拧紧导线。

J.4　分类

第4章适用。

J.5 断路器特性

第5章适用。

J.6 标志

除了第6章以外，下列要求适用：

通用接线端子：

——无标志。

非通用接线端子：

——声明用于硬实心导线的接线端子应标志字母“sol”；

——声明用于硬(实心或绞合)导线的接线端子应标志字母“r”；

——声明用于软导线的接线端子应标志字母“f”。

标志应位于断路器上，或如果可用的空间不够，可位于最小的包装单元上或在技术资料中标明。

在断路器上应有合适的标志指示导线插入接线端子前应剥去的绝缘长度。

制造厂也应在其技术文件中提供关于可夹紧的最多导线数量的资料。

J.7 使用的标准工作条件

第7章适用。

J.8 结构要求

第8章适用，但有以下修正。

在8.1.5中，只有8.1.5.1、8.1.5.2、8.1.5.3、8.1.5.6和8.1.5.7适用。

通过直观检查和用本附录中J.9.1和J.9.2的试验代替9.4和9.5来检验是否符合要求。

此外，以下要求适用：

J.8.1 导线的连接或拆卸

导线的连接或拆卸应采用下列方法来完成：

——采用一般用途的工具或与接线端子构成整体的合适的装置来打开接线端子并帮助导线的插入或拔出(例如，对通用接线端子)；

或，对硬导线：

——采用简单的插入的方法。拆卸导线时，应除了拉导线外还必须对导线有一个操作(例如对推入接线式端子)。

通用接线端子应能连接硬性(实心或绞合)和软性的未经加工处理的导线。

非通用接线端子应能连接制造厂声明的型式的导线。

通过直观检查和J.9.1和J.9.2的试验来检验是否符合要求。

J.8.2 可连接导线的尺寸

可连接导线的尺寸如表J.1所示。

连接这些导线的能力应通过直观检查和J.9.1和J.9.2的试验来检验。

表 J.1 可连接的导线

可连接的导线及其理论直径									
公制					AWG				
硬导线			软导线		硬导线			软导线	
	实心导线	绞合导线				实心导线[a]	B级绞合导线[a]		I,K,M级绞合导线[b]
mm^2	ϕ/mm	ϕ/mm	mm^2	ϕ/mm	线规	ϕ/mm	ϕ/mm	线规	ϕ/mm
1.0	1.2	1.4	1.0	1.5	18	1.02	1.16	18	1.28
1.5	1.5	1.7	1.5	1.8	16	1.29	1.46	16	1.60
2.5	1.9	2.2	2.5	2.3	14	1.63	1.84	14	2.08
4.0	2.4	2.7	4.0	2.9	12	2.05	2.32	12	2.70

注:最大硬导线和软导线的直径依据 IEC 60228A 的表1,对 AWG 导线,依据 ASTM B 172-71 和 ICEA 出版物 S-19-81,S-66-524 和 S-68-516。

[a] 标称直径+5%。

[b] 对 I,K,M 三级中任何一级,最大直径+5%。

J.8.3 可连接的截面积

被夹紧的标称截面积如表 J.2 的规定。

表 J.2 无螺纹型接线端子可连接的铜导线的截面积

额定电流 A	被夹紧的标称截面积 mm^2
≤13	1~2.5
>13~20	1.5~4

通过直观检查和 J.9.1 和 J.9.2 的试验来检验是否符合要求。

J.8.4 导线的插入和拆卸

导线的插入和拆卸应按制造厂的说明书来操作。

通过直观检查来检验是否符合要求。

J.8.5 接线端子设计和结构

接线端子的设计和结构应符合下列要求:

——单独地夹紧每根导线;

——在连接或拆卸的过程中,能同时或分别地连接或拆卸导线;

——避免不适当地插入导线。

应可以可靠地夹紧规定的最大值以下的任何数量的导线。

通过直观检查和 J.9.1 和 J.9.2 的试验来检验是否符合要求。

J.8.6 抗老化

接线端子应能抗老化。

通过 J.9.3 的试验来检验是否符合要求。

J.9 试验

第9章适用,但用下列试验替代 9.4 和 9.5:

J.9.1 无螺纹接线端子的可靠性试验

J.9.1.1 无螺纹系统的可靠性

用符合表J.2的额定截面积的铜导线对新的试品各极的3个接线端子进行试验。导线的型式应按J.8.1。

用最小直径的导线连接并随后拆卸5次，接着再用最大直径的导线试验5次。

除了第5次以外，每次试验应使用新的导线。第5次试验时把第4次插入使用过的导线在同样的位置夹紧。在插入接线端子前，应把硬绞合导线的股线重新整形，并把软导线的线丝拧紧以增加端部强度。

对每次插入，应该把导线尽可能地推入到接线端子中，或把导线这样插入使得其显而易见具有适当的连接。

在每次插入后，插入的导线绕着其轴线在夹紧区域的水平面转过90°，接着把导线拆卸。

在这些试验后，接线端子不应损坏至影响其继续使用。

J.9.1.2 连接的可靠性试验

新试品各极的3个接线端子连接符合表J.2的型式和额定截面积的新铜导线。

导线的型式应按J.8.1。

在插入接线端子前，硬绞合导线和软导线的股线应重新整形，并应把软导线的线丝拧紧以增加端部强度。

如果是通用接线端子，应不过度用力就可以把导线连接到接线端子中。如果是推入接线式接线端子，用手施加必要的力。

把导线尽可能地推入到接线端子中，或把导线这样插入使得其显而易见具有适当的连接。

在试验后，应没有导线的线丝脱落至接线端子外面。

J.9.2 连接外部导线的接线端子的可靠性试验：机械强度

拉出试验时，新试品各极的3个接线端子连接符合表J.2的型式及最小截面积和最大截面积的新铜导线。

在插入接线端子前，硬绞合导线和软导线的股线应重新整形，并应把软导线的线丝拧紧以增加端部强度。

然后，对每根导体施加表J.3规定值的拉力。施加拉力时不能用冲击力，时间为1 min，方向为导线的轴线方向。

表J.3 拉 力

截 面 积 mm^2	拉 力 N
1.0	35
1.5	40
2.5	50
4.0	60

在试验过程中，导线不应滑出接线端子。

J.9.3 循环试验

用符合表9截面积的新的铜导线进行试验。

试验在新的试品（单极试品）上进行，试品的数量按接线端子的型式规定如下：

——用于硬（实心或绞合）导线和软导线的通用接线端子：每种导线3个试品（总共6个试品）；

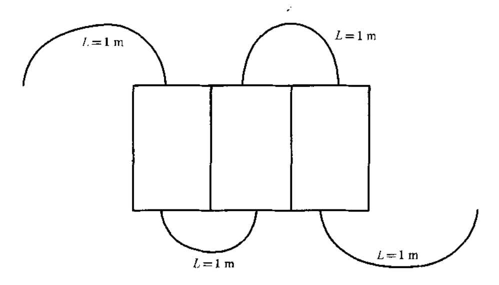
——专门用于实心导线的非通用接线端子：3个试品；

——用于硬(实心或绞合)导线的非通用接线端子:每种导线3个试品(6个试品);

注:如果是硬导线,宜使用实心导线(如果所在国家没有实心导线,可使用绞合导线)。

——专门用于软导线的非通用接线端子:3个试品。

如图J.1规定那样,把具有表9规定截面积的导线按正常使用串联连接到3个试品中的每个试品。



图J.1 试品连接

试品上应有一个孔(或等效的措施)以便测量接线端子上的电压降。

整个试验装置,包括导线,放置在一个初始温度保持在(20±2) ℃的加热箱中。

为了在下列所有的电压降测量完成以前避免试验装置的任何移动,建议各极固定在一个公共支架上。

除了在冷却期间以外,对电路通以相应于断路器额定电流的试验电流。

然后,试品承受192个温度循环,每个循环约1 h,具体要求如下:

在约20 min的时间内使箱内温度升高到40 ℃,温度保持在该温度值±5 ℃的范围内约10 min。

然后,把试品在约20 min内冷却到约30 ℃的温度,允许采用强迫冷却。试品保持在该温度约10 min。如果为测量电压降需要时,允许再降低至(20±2) ℃的温度。

在第192个循环结束时,在每个接线端子上通以标称电流测量的最大电压降不应超过下列两个值中的较小值:

——22.5 mV;

——或第24个循环后测量值的1.5倍。

应尽可能地在接近接线端子的接触部位进行测量。

如果测量点不能位于接近接触点的部位,则应从测得的电压降中减去理想测量点和实际测量点之间部分导线内的电压降。

加热箱的温度必须在至少离试品50 mm的距离处测量。

试验后,不采用附加的放大手段,通过正常的或校正的视力用肉眼检查,应没有明显的影响继续使用的变化,例如裂缝、变形或类似的变化。

J.10 参考文件

IEC 60228:1978 绝缘电缆的导线

IEC 60228A:1982 对IEC 60228的第1次补充

IEC 60998-1:1990 家用和类似用途的低压电路的连接装置 第1部分:一般要求

IEC 60998-2-2:1991 家用和类似用途的低压电路的连接装置 第2-2部分:对作为单独实体的带无螺纹夹紧单元的连接装置的特殊要求

IEC 60999(所有部分) 连接装置 电气铜导体 对螺纹型和无螺纹型夹紧装置的安全要求

ASTM B172-01a 电气导体,具有束状绞合线的线缆状绞合铜导线的标准规范

ICEA S-19-81/NEMA WC3　橡胶绝缘导线和电缆[2)]

ICEA S-66-524/NEMA WC7　交联状热硬化聚乙烯绝缘导线和电缆[2)]

ICEA S-68-516/NEMA WC8　乙烯-丙烯-橡胶绝缘导线和电缆[2)]

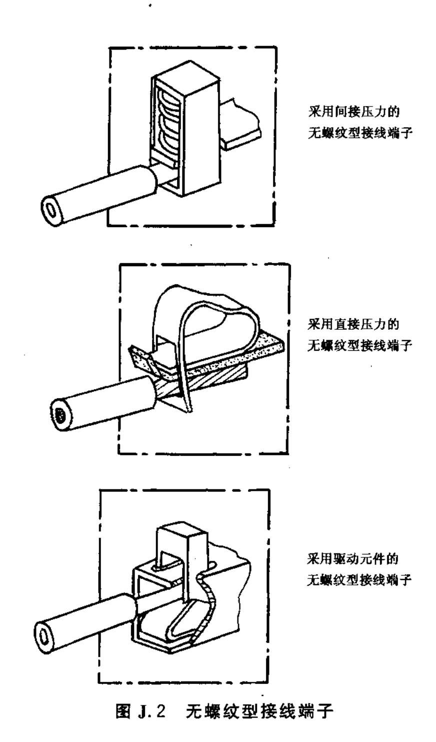


图 J.2　无螺纹型接线端子

2) 已撤销。

附 录 K
(规范性附录)
带扁平快速连接端头的断路器的特殊要求

K.1 适用范围

本附录适用于第1章范围内的具有扁平快速连接端头的断路器，该端头由标称宽度6.3 mm和厚度0.8 mm的插入式连接片(见K.3.2)组成，用于与插套连接器配合，连接器按制造厂的说明连接电气铜导线，额定电流小于等于16 A。

注：在比利时、法国、意大利、西班牙、葡萄牙和美国等国家，允许使用额定电流20 A及以下的带扁平快速连接端头的断路器。

可连接的电气铜导线为截面积4 mm^2 及以下的软导线，或截面积2.5 mm^2 及以下的硬导线(AWG线规等于或大于12)。

本附录专门适用于插入式连接片作为装置整体部分的断路器。

K.2 规范性引用文件

作为第2章的补充，下列规范性引用文件适用：

IEC 61210:1993 连接装置 连接电气铜导线的扁平快速连接端头 安全要求

K.3 定义

作为第3章的补充，下列定义适用：

K.3.1

扁平快速连接端头 flat quick-connect termination

由插入式连接片和插套连接器组成的电气连接，用工具或不用工具能把插套连接器推入和拔出。

K.3.2

插入式连接片 male tab

快速连接端头的一部分，能接纳插套连接器。

K.3.3

插套连接器 female nonnector

快速连接端头的一部分，用来推入到插入式连接片中。

K.3.4

定位扣 detent

在插入式连接片上与插套连接器上凸起部分啮合的凹痕(凹陷)或孔，作为配合部分的锁扣。

K.4 分类

第4章适用。

K.5 断路器特性

第5章适用。

K.6 标志

整个第6章适用，在k)项的后面增加下列内容：

下面关于 IEC 61210 的插套连接器和采用的导线型式的资料应在制造厂的说明书中规定。

l) 制造厂的名称或商标；

m) 型号；

n) 关于绝缘的插套连接器的导线截面积和色码(见下面表 K.1)的资料；

o) 只能使用镀银或镀锡的铜合金。

表 K.1 关于插套连接器的色码与导线截面积关系的信息表

导线截面积 mm^2	插套连接器的色码
1	红
1.5	红或蓝
2.5	蓝或黄
4	黄

K.7 使用的标准工作条件

第 7 章适用。

K.8 结构要求

第 8 章适用,但下列内容除外:

用下面条款替代 8.1.3:

K.8.1 电气间隙和爬电距离(见附录 B)

插套连接器连接至断路器的插入式连接片时,分条款 8.1.3 适用。

用下面条款替代 8.1.5:

K.8.2 连接外部导线的接线端子

K.8.2.1 插入式连接片和插套连接器应由对预期使用有足够机械强度、导电性和耐腐蚀性的金属制成。

注:镀银或镀锡的铜合金是合适的解决方案的例子。

K.8.2.2 插入式连接片的标称宽度为 6.3 mm,厚度为 0.8 mm,适用于额定电流为 16 A 及以下。

注 1:在比利时、法国、意大利、葡萄牙、西班牙和美国等国家,允许使用的额定电流为 20 A 及以下。

插入式连接片的尺寸应符合表 K.3 及图 K.2、图 K.3、图 K.4 和图 K.5 规定的尺寸,其中 A,B,C,D,E,F,J,M,N 和 Q 的尺寸是强制性尺寸。

可组装的插套连接器的尺寸如图 K.6 和表 K.4 所示。

注 2:只要规定的尺寸不受影响和试验要求能符合,各种部件的形状可以与图中给出的形状不一致,例如波纹状连接片,折叠式连接片等。

通过直观检查和测量来检验是否符合要求。

K.8.2.3 插入式连接片应可靠地保持。

通过 K.9.1 的机械过载试验来检验是否符合要求。

K.9 试验

第 9 章适用,但作下列修改:

用下面条款替代9.5：

K.9.1 机械过载力

在断路器的10个接线端子上进行试验，断路器按正常使用安装和接线。

在与断路器组成整体的插入式接线片上逐渐施加一个表K.2规定的轴向推力，接着再逐渐施加一个表K.2规定的轴向拉力，仅用合适的试验装置试验一次。

表 K.2 过载试验力

推 力 N	拉 力 N
96	88

接线片或与接线片组装成一体的断路器不应发生可能影响其继续使用的损坏。

对9.8.3增加：

线热电偶应这样放置，使其不影响接触区域或连接区域。热电偶放置的例子如图K.1所示。

K.10 参考文件

IEC 60760 扁平，快速连接端头

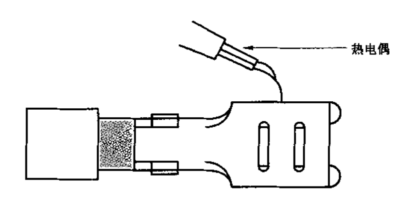


图 K.1 测量温升的热电偶放置位置示例

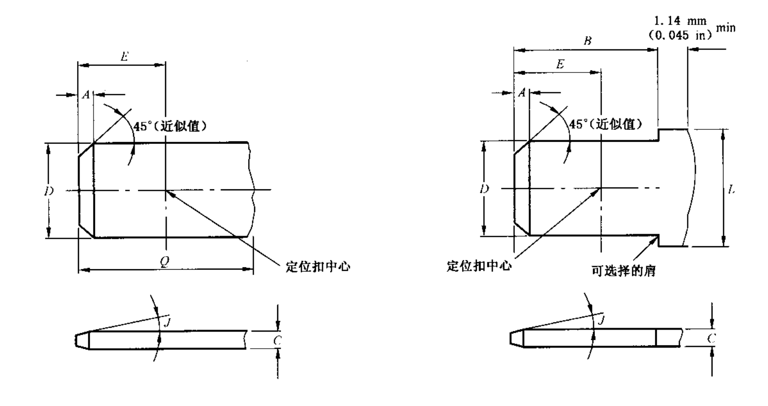
表 K.3 接线片尺寸

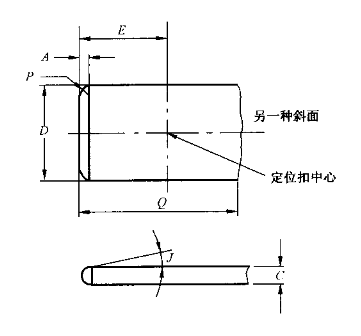
单位为毫米

标称尺寸		A	B min	C	D	E	F	J	M	N	P	Q min
6.3×0.8	凹痕	1.0		0.84	6.40	4.1	2.0	12°	2.5	2.0	1.8	
		0.7	7.8	0.77	6.20	3.6	1.6	8°	2.2	1.8	0.7	8.9
	孔	1.0		0.84	6.40	4.7	2.0	12°			1.8	
		0.5	7.8	0.77	6.20	4.3	1.6	8°			0.7	8.9

注1：尺寸A至Q，参考图K.2至图K.5。

注2：在一栏目中有二个值时，是给出了最大尺寸和最小尺寸。





注1：如果在所示的边界内，45°的斜角 A 不需要是直线。

注2：尺寸 L 没有规定，可以在应用时变化(例如固定时)。

注3：连接片的尺寸 C 可由几层材料组成，只要制成的连接片在各方面均符合本部分的要求。

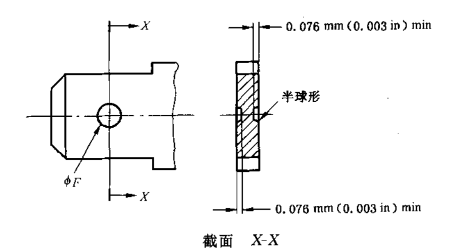
允许连接片的纵向边缘呈圆弧形。

注4：除了所示的有关尺寸以外，本草图不用来约束设计。

注5：插入式连接片的厚度 C 在超过 Q 或超过 B+1.14 mm(0.045 in)的部分可以改变。

注6：连接片的所有部分应平直并无毛刺或突起，除了定位扣周围并距离定位扣1.3 mm(0.051 in)的界线限定的区域内每边可以有0.025 mm(0.001 in)高的凸台。

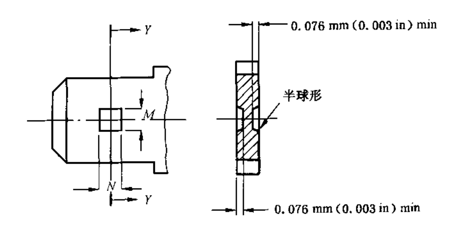
图 K.2 插入式连接片的尺寸



截面 X-X

定位扣应位于连接片中心线 0.076 mm(0.003 in)范围内

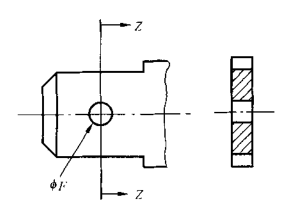
图 K.3 圆形凹痕定位扣的尺寸(见图 K.2)



截面 Y-Y

定位扣应位于连接片中心线 0.13 mm(0.005 in)范围内

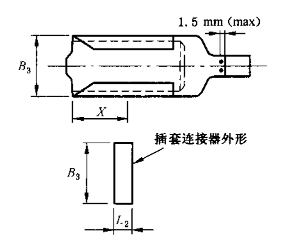
图 K.4 矩形凹痕定位扣的尺寸(见图 K.2)



截面 Z-Z

定位扣应位于连接片中心线 0.076 mm(0.003 in)范围内

图 K.5 孔定位扣的尺寸(见图 K.2)



尺寸 B_3 和 L_2 是强制性的

注 1：为了确定插套连接器与 B_3 和 L_2 不同的尺寸，必需参考连接片的尺寸，以确保在最不利的条件下连接片和插套连接器的插合(以及定位，如果有定位扣时)是正确的。

注 2：如果具有定位扣，尺寸 X 由制造厂确定，以便满足性能条款的技术要求。

注 3：插套连接器应这样设计，使得电线过度插入到卷边区域是可见的或受到定位件限止，以避免导线与完全插入的连接片之间的冲突。

注 4：除了所示的有关尺寸以外，本草图不用来约束设计。

图 K.6 插套连接器的尺寸

表 K.4 插套连接器的尺寸

连接片尺寸 mm	插套连接器的尺寸 mm	
	B_3(最大)	L_2(最大)
6.3×0.8	7.8	3.5

附 录 L
（规范性附录）
具有连接外部未经处理铝导线的螺纹型接线端子和连接铜或铝导线的铝制螺纹型接线端子断路器的特殊要求

L.1 适用范围

本附录适用于本部分范围内的具有连接未经处理铝导线的螺纹型接线端子或连接铜或铝导线的铝制螺纹型接线端子的断路器。用于连接未经处理铝导线的螺纹型接线端子由铜制成，或由至少含有58%铜合金（冷加工）或至少含有50%铜合金（其他方式加工）制成，或由耐腐蚀性能不低于铜并具有适当机械性能的其他金属或适当的涂层的金属制成。

本附录中镀铜和镀镍的铝导线均看作是铝导线。

注：在奥地利、澳大利亚和德国，不允许使用连接铜导线的铝制螺纹型接线端子。

——在奥地利、瑞士和德国，不允许使用仅连接铝导线的接线端子。

——在西班牙，家用和类似场所（例如办公室、商店等）的终端电路中不允许使用铝导线。

——在丹麦，铝导线的最小截面积是 16 mm^2。

L.2 规范性引用文件

无。

L.3 定义

作为第3章的补充，下列定义适用本附录：

L.3.1

经处理的导线 treated conductor

导线的接触部位，其股线外层的氧化层被擦除，和/或加复合物以提高连接能力和/或防腐蚀能力。

L.3.2

未经处理/未加工导线 untreated/unprepared conductor

为插入端子而被剪断并剥去绝缘的导线。

注：为插入接线端子而整形的导线，或为增加导线端部强度而将股线拧紧的导线，均视为未经处理的导线。

L.3.3

均衡器 equalizer

在试验回路中使用的，用来确保绞合导线等位点和均衡绞合导线电流密度，而不会对导线的温度产生有害影响的装置。

L.3.4

基准导线 reference conducor

在被试接线端子单元中使用的并连接在同一串联电路中的同样型号和尺寸的连续长度导线，该导线用来确定基准温度，如果需要时也用来确定基准电阻。

L.3.5

稳定性因数 S_f stability factor S_f

电流循环试验过程中，接线端子单元温度稳定性的度量。

L.4 分类

第4章适用。

L.5 断路器特性

第5章适用。

L.6 标志

除第6章以外,下列要求适用:

表L.1规定的接线端子标志应在断路器接线端子附近标明。

其他与导线数、螺钉扭矩(如果与表10不同)和截面积相关的信息应在断路器上标明。

表L.1 接线端子标志

可接受的导线型式	标　　志
仅接受铜导线	无
仅接受铝导线	Al
铜导线和铝导线	Al/Cu

制造厂应在其产品目录上说明,对于夹紧铝导线,紧固扭矩应以合适的方法施加。

L.7 使用的标准工作条件

第7章适用。

L.8 结构要求

第8章适用,除以下内容:

8.1.5.2 补充以下内容:

对于铝导线的连接,断路器应具有允许连接表L.2规定的标称截面积导线的螺纹型接线端子。

用于铝导线连接的端子和用以铜或铝导线连接的铝制端子应具有能耐受9.4试验的足够的机械强度。9.4试验中,试验导线按表10规定的扭矩或制造厂规定的扭矩(该扭矩不应低于表10规定的扭矩)拧紧。

表L.2 螺纹型接线端子可连接的铝导线截面积

额定电流[a] A	夹紧的标称截面积范围[b] mm^2
≤13	1~4
<13~≤16	1~6
<16~≤25	1.5~10
<25~≤32	2.5~16
<32~≤50	4~25
<50~≤80	10~35
<80~≤100	16~50
<100~≤125	25~70

a 对额定电流小于等于50A的接线端子,要求其设计成夹紧实心导线和硬绞合线;允许使用软导线。但是对截面积为1 mm^2~10 mm^{2}的导线,允许其结构仅用于夹紧实心导线。

b 表5的最大导线尺寸,按照IEC61545的表D.2增加。

通过直观检查，测量以及依次连接一根规定的最小截面积和一根最大截面积的导线来检验是否符合要求。

8.1.5.4　8.1.5.4 的条款用下列内容代替：

接线端子应可以连接未经特殊加工的导线。

通过直观检查和 L.9 试验来检验是否符合要求。

L.9　试验

经以下修改/补充，第 9 章适用：

对于受接线端子材料和能与其连接的导线的型式影响的试验，表 L.3 的试验条件适用。

此外，L.9.2 试验在与断路器分离的接线端子上进行。

表 L.3　根据导线和接线端子材料的试验列表

端子材料	按 8.1.4.4 的材料[a]	Al[a]	
导线的材料(表 L.1)	Al 使用表 L.2 和表 L.5	Cu 使用表 5 和表 9	Al 使用表 L.2 和表 L.5
9.4　螺钉可靠性	使用表 L.2，表 L.5 和表 10	使用表 5，表 9 和表 10	使用表 L.2，表 L.5 和表 10
9.5.1　拉出试验[b]	使用表 L.2，表 L.5 和表 10	使用表 5，表 9 和表 10	使用表 L.2，表 L.5 和表 10
9.5.2　导线的损坏	使用表 L.2，表 L.5 和表 10	使用表 5，表 9 和表 10	使用表 L.2，表 L.5 和表 10
9.5.3　导线的插入	使用表 L.4	使用表 12	使用表 L.4
9.8　温升	使用表 L.5	使用表 9	使用表 L.5
9.9　28 天试验	使用表 L.5	使用表 9	使用表 L.5
L.9.2 循环试验	使用表 10	使用表 10	使用表 10

[a] 采用附录 C 规定试验程序 A 和 B 以及试品数量。对于能连接 Al 或 Cu 导线的断路器，试验程序和样品数目要加倍(一套用于 Cu 导线，一套用于 Al 导线)。

[b] 对于 9.5.1 拉出试验，70 mm^2 导线的拉力值正在考虑中。

表 L.4　可连接导线及其理论直径

公制					AWG				
硬线			软线 (仅适用于铜)		硬线			软线 (仅适用于铜)	
S	实心	绞合	S			实心[a]	B 级绞合[a]		I,K,M 类[b] 绞合
mm^2	ϕ/mm	ϕ/mm	mm^2	ϕ/mm	线规	ϕ/mm	ϕ/mm	线规	ϕ/mm
1.0	1.2	1.4	1.0	1.5	18	1.07	1.23	18	1.28
1.5	1.5	1.7	1.5	1.8	16	1.35	1.55	16	1.50
2.5	1.9	2.2	2.5	2.3[c]	14	1.71	1.95	14	2.08
4.0	2.4	2.7	4.0	2.9[c]	12	2.15	2.45	12	2.70
6.0	2.9	3.3	4.0	2.9[c]	10	2.72	3.09		
10.0	3.7	4.2	6.0	3.9	8	3.43	3.89	10	3.36
16.0	4.6	5.3	10.0	5.1	6	4.32	4.91	8	4.32

表 L.4（续）

公制					AWG				
硬线			软线（仅适用于铜）		硬线			软线（仅适用于铜）	
S	实心	绞合	S			实心[a]	B级绞合[a]		I,K,M类[b] 绞合
mm²	φ/mm	φ/mm	mm²	φ/mm	线规	φ/mm	φ/mm	线规	φ/mm
25.0		6.6	16.0	6.3	4	5.45	6.18	6	5.73
35.0		7.9	25.0	7.8	2	6.87	7.78	4	7.25
					1	7.72	8.85		
50.0		9.1	35	9.2	0	8.51	9.64		12.08
70.0		12.0	50	12	00	9.266	10.64		

注：最大硬线和软线的直径基于 IEC 60228A 的表 1；对于 AWG 导线，基于 ASTM B 172-71，ICEA S-19-81，ICEA S-66-524，ICEA S-68-516。

a 标称直径 +5%。

b 对于 I,K,M 类中的任一种，最大直径 +5%。

c 按照 IEC 60228A，仅指 5 类软线的尺寸。

L.9.1 试验条件

除所连接的 Al 导线从表 L.5 选取外，条款 9.2 适用。

表 L.5 与额定电流相应的试验铝导线的截面积（S）

S mm²	I_n A
1.5	$I_n \leqslant 6$
2.5	$6 < I_n \leqslant 13$
4	$13 < I_n \leqslant 20$
6	$20 < I_n \leqslant 25$
10	$25 < I_n \leqslant 32$
16	$32 < I_n \leqslant 50$
25	$50 < I_n \leqslant 63$
35	$63 < I_n \leqslant 80$
50	$80 < I_n \leqslant 100$
70	$100 < I_n \leqslant 125$

L.9.2 电流循环试验

本试验通过在加速循环条件下，比较导线与基准导线的温度性能，验证螺纹型接线端子的稳定性。

本试验在单独的接线端子上进行。

L.9.2.1 试验准备

试验在 4 组试品上进行，每组试品由一对接线端子组成，其装配方式应代表端子在断路器中的使用状况（见图 L.2 至图 L.6 的示例）。从产品中拆下的螺纹型接线端子应固定在与其安装在产品上时具有相同截面积、形状、金属和涂层的导电部件上。螺纹型接线端子应以其在产品上同样的方式（位置、扭矩等）固定在导电部件上。如果有一个试品在试验中出现故障，则应在另外 4 组试品上进行试验，并不

允许再出现故障。

L.9.2.2 试验布置

试品总的布置应如图 L.1 所示。

对试品使用的扭矩应为制造厂规定的扭矩值的 90%，如制造厂未规定，则从表 10 中选取。

试验采用按表 L.5 选取的导线。试验导线从插入螺纹型接线端子的点至均衡器（见 L.3.3）的长度应如表 L.6 所示。

表 L.6 试验导线长度

导线截面积 S mm^2	导线尺码 AWG	最小导线长度 mm
S≤10.0	≤8	200
16.0≤S≤25.0	6～3	300
35.0≤S≤70.0	2～00	460

试验导线与具有相同截面积的基准导线串联。

基准导线的长度至少应近似为试验导线长度的 2 倍。

试验导线和基准导线的每个未连接至螺纹型端子试品的自由端应焊接或铜焊至与导线材料相同，并且截面积不大于表 L.7 规定值的一小段均衡器。导线的所有股线均应焊接或铜焊，与均衡器形成电气连接。

如果制造厂认可，并具有相同的性能，无需焊接的工具加压型端头可以用作均衡器。

表 L.7 均衡器和汇流排尺寸

试验电流范围 A	最大截面积 mm^2	
	Al	Cu
0～50	45	45
51～125	105	85
126～225	185	155

试验导线和基准导线间的间距应至少为 150 mm。

应采用非导电的支架支撑均衡器或汇流排，把试品水平或垂直地悬挂在大气中，以避免螺纹型接线端子承受拉力负载。隔热屏障应安装在导线的中间，其宽度应超出螺纹型接线端子 25 mm±5 mm，长度应超出 150 mm±10 mm（见图 L.1）。如果试品间的间距至少为 450 mm，则不需要隔热屏障。试品的位置应与地板、墙壁或天花板的距离至少为 600 mm。

试品应放置在基本上无震动和无气流的环境中，周围温度为 20℃～25℃。一旦试验开始，只要不超过极限范围，最大允许的变化是±1 K。

L.9.2.3 温度测量

采用截面积不超过 0.07 mm^2（近似为 30 AWG）的线丝的热电偶测量温度。

对于螺纹型接线端子，热电偶应放置在螺纹型端子的导线入口端，靠近接触面处。

对于基准导线，热电偶应放置在导线两端的中间，并位于其绝缘层下。

热电偶的安置不应损害螺纹型接线端子或基准导线。

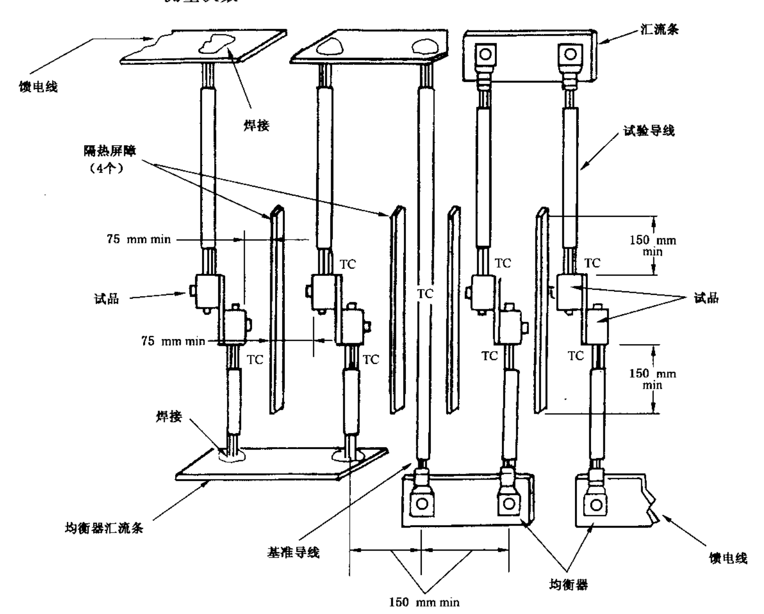
注 1：如果性能不受影响并且制造厂认可，钻小孔并随后栓住热电偶是一个可行方法。

周围环境温度应采用 2 个热电偶以这样的方式测量，以便在测试回路的临近部位获得平均和稳定的读数，而不受外部过度的影响。热电偶应放置在一个与试品交叉的水平面上，与试品的最小距离为

表 L.9 确定平均温度偏差 D 的计算示例

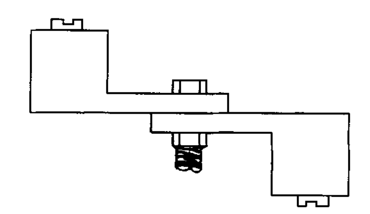
温度测量	循环次数	温度 螺纹型接线端子 a ℃	温度 基准导线 b ℃	温度偏差 $d=a-b$ K	稳定因数 $S_t=d-D$ K
1	25	79	78	1	0.18
2	50	80	77	3	2.18
3	75	78	78	0	−0.82
4	100	76	77	−1	−1.82
5	125	77	77	0	−0.82
6	175	78	77	1	0.18
7	225	79	76	3	2.18
8	275	78	76	2	1.18
9	350	77	78	−1	−1.82
10	425	77	79	−2	−2.82
11	500	81	78	3	2.18

平均温度偏差 $D=\frac{\sum d}{\text{测量次数}}=\frac{9}{11}=0.82$



TC——热电偶

图 L.1 试验的总体布置



注：导电部件可以是螺栓固定、锡焊或熔焊。

图 L.2

2a

a

导电部件

导线

图 L.3

导电部件

a

导线

a 2a a

图 L.4

3a

a

导电部件

a a a

图 L.5

3a

a

导电部件

a a a

图 L.6

——用于硬(实心或绞合)导线的非通用接线端子:每种导线 3 个试品(6 个试品);

注:如果是硬导线,宜使用实心导线(如果所在国家没有实心导线,可使用绞合导线)。

——专门用于软导线的非通用接线端子:3 个试品。

如图 J.1 规定那样,把具有表 9 规定截面积的导线按正常使用串联连接到 3 个试品中的每个试品。

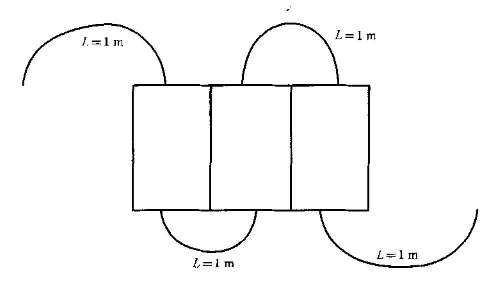


图 J.1 试品连接

试品上应有一个孔(或等效的措施)以便测量接线端子上的电压降。

整个试验装置,包括导线,放置在一个初始温度保持在(20±2) ℃的加热箱中。

为了在下列所有的电压降测量完成以前避免试验装置的任何移动,建议各极固定在一个公共支架上。

除了在冷却期间以外,对电路通以相应于断路器额定电流的试验电流。

然后,试品承受 192 个温度循环,每个循环约 1 h,具体要求如下:

在约 20 min 的时间内使箱内温度升高到 40 ℃,温度保持在该温度值±5 ℃的范围内约 10 min。

然后,把试品在约 20 min 内冷却到约 30 ℃的温度,允许采用强迫冷却。试品保持在该温度约 10 min。如果为测量电压降需要时,允许再降低至(20±2) ℃的温度。

在第 192 个循环结束时,在每个接线端子上通以标称电流测量的最大电压降不应超过下列两个值中的较小值:

——22.5 mV;

——或第 24 个循环后测量值的 1.5 倍。

应尽可能地在接近接线端子的接触部位进行测量。

如果测量点不能位于接近接触点的部位,则应从测得的电压降中减去理想测量点和实际测量点之间部分导线内的电压降。

加热箱的温度必须在至少离试品 50 mm 的距离处测量。

试验后,不采用附加的放大手段,通过正常的或校正的视力用肉眼检查,应没有明显的影响继续使用的变化,例如裂缝、变形或类似的变化。

J.10 参考文件

IEC 60228:1978 绝缘电缆的导线

IEC 60228A:1982 对 IEC 60228 的第 1 次补充

IEC 60998-1:1990 家用和类似用途的低压电路的连接装置 第 1 部分:一般要求

IEC 60998-2-2:1991 家用和类似用途的低压电路的连接装置 第 2-2 部分:对作为单独实体的带无螺纹夹紧单元的连接装置的特殊要求

IEC 60999(所有部分) 连接装置 电气铜导体 对螺纹型和无螺纹型夹紧装置的安全要求

ASTM B172-01a 电气导体,具有束状绞合线的线缆状绞合铜导线的标准规范